

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Д. Ф. Гуревич, В. В. Ширяев
И. Х. Пайкин

Арматура АТОМНЫХ электростанций

Справочное пособие

*Оцифровано для нужд
будущих атомщиков.
Спонсор оцифровки – ПИВО*



МОСКВА
ЭНЕРГОИЗДАТ
1982

ББК 31.47

Г 95

УДК 621.646 : [621.311.25 : 621.039](035)

Рецензент Л. Г. Уманская

2304000000-130

051(01)-82

51-82

© Энергоиздат, 1982

ПРЕДИСЛОВИЕ

С помощью трубопроводной арматуры на АЭС осуществляется управление всеми тепловыми процессами, поэтому арматура является важным и ответственным элементом оборудования АЭС. Выход из строя арматуры может повлечь за собой необходимость прекращения работы АЭС или ее отдельных систем, в связи с этим надежность работы арматуры во многом определяет надежность работы АЭС.

К особо важным требованиям к арматуре относятся: прочность, герметичность, безотказность и долговечность, поэтому выбор арматуры должен проводиться тщательно и обоснованно. Необходимо учитывать особенности различных конструкций, их эксплуатационные свойства, способ управления и уровень надежности. На АЭС используется как серийно выпускаемая энергетическая и общепромышленная арматура, обслуживающая турбоустановки, системы химводоподготовки и прочие системы, так и специальная арматура, разработанная для работы в специфических условиях АЭС. В книге большое внимание обращено на специальную арматуру, поскольку данные для выбора энергетической арматуры можно получить в соответствующих каталогах. Основное внимание уделено арматуре, предназначенной для ответственных линий установок большой мощности с реакторами ВВЭР и РБМК, разработанной Центральным конструкторским бюро арматуростроения (ЦКБА) и Чеховским заводом энергетического машиностроения (ЧЗЭМ), а также другими проектными организациями и предприятиями.

В книге приводятся данные для обоснованного выбора специальной арматуры, указаны области применения различных конструкций, их монтажные и габаритные размеры, перечислены материалы, применяемые для изготовления деталей арматуры различного назначения. Приведены рекомендации по эксплуатации и монтажу арматуры, работающей на АЭС.

УСЛОВИЯ РАБОТЫ И ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ АРМАТУРЫ

Трубопроводной арматурой называется группа устройств, устанавливаемых на трубопроводах и емкостях для управления потоками (движением) рабочих сред; отдельные устройства также называются арматурой. Арматура подразделяется на управляемую и действующую автоматически. Управление арматурой производится вручную или с помощью привода, действующего от постороннего источника энергии (электрического, пневматического, гидравлического). Автоматически действующая арматура (обратные и предохранительные клапаны, конденсатоотводчики, регуляторы давления, отключающие устройства и др.) срабатывает под действием сил, создаваемых давлением самой рабочей среды. Арматура с ручным управлением может иметь редуктор (зубчатый или червячный) для уменьшения усилия на маховике. Привод (ручной и механический) устанавливается непосредственно на арматуре (местный привод) или отдельно от нее (дистанционный привод).

По функциональному назначению арматура, применяемая на АЭС, делится на следующие основные виды.

Запорная арматура предназначена для полного перекрытия потока среды. Она имеет наиболее широкое применение и по сравнению с арматурой других классов составляет около 80 % всего количества применяемых изделий. К запорной относят и пробно-спускную, или контрольно-спускную, арматуру, используемую для проверки уровня жидкой среды в емкостях, отбора проб, выпуска воздуха из верхних полостей, дренажа и т. п. Запорная арматура является арматурой двухпозиционного действия.

Регулирующая арматура служит для регулирования параметров рабочей среды (температуры, давления и т. п.) посредством изменения ее расхода. В состав регулирующей арматуры входят: клапаны; регуляторы давления, расхода, уровня; регулирующие вентили, а также дроссельная (или дросселирующая) арматура для значительного снижения давления пара и воды, она работает в условиях больших перепадов давления. Регулирующие клапаны предназначены для пропорционального (аналогового) регулирования расхода среды и управляются от постороннего источника энергии. Регулирующие вентили служат для регулирования расхода среды и управляются вручную. Регуляторы давления «после себя» или «до себя» поддерживают постоянное давление на участке системы соответственно после или до регулятора. Они относятся к автоматически действующей арматуре, не требующей применения посторонних источников энергии.

Распределительная арматура предназначена для распределения потока рабочей среды по определенным направлениям.

Предохранительная арматура служит для предотвращения аварийного повышения давления в обслуживаемой системе путем автоматического выпуска избыточного количества среды. К предохранительной арматуре относятся предохранительные клапаны, импульсные предохранительные и мембранные разрывные устройства. **Импульсное предохранительное устройство (ИПУ)** — устройство, состоящее из главного предохранительного клапана (ГПК), снабженного поршневым приводом, и импульсного предохранительного клапана (ИПК), управляющего открытием главного.

Защитная арматура предназначена для защиты оборудования от аварийных изменений параметра среды (давления, направления потока) путем отклю-

чения обслуживаемой линии или участка. К защитной арматуре относятся быстродействующие отсечные клапаны, задвижки и краны, а также обратные клапаны и отключающие устройства. Отсечной клапан — быстродействующий запорный клапан. Обратный клапан автоматически предотвращает обратный поток среды. Обратные клапаны бывают подъемными и поворотными. Невозвратно-запорный клапан — обратный клапан, имеющий устройство для принудительного открытия и закрытия.

Различие между предохранительной и защитной арматурой заключается в том, что при возникновении аварийного значения параметра среды предохранительная арматура открывается для выпуска среды, а защитная закрывается, отсекая защищаемый участок от остальной части трубопровода.

Фазоразделительная арматура служит для автоматического разделения различных фаз рабочей среды (воды и пара). На энергетических установках применяются конденсатоотводчики, предназначенные для автоматического вывода конденсата из системы, образующегося, например, при прогреве трубопровода. Поплавковый конденсатоотводчик имеет запорный орган, управляемый с помощью поплавка; термостатический — с помощью термостата, термодинамический управляется силами, действующими на запорный диск, возникающими под действием аэродинамического эффекта и термодинамических свойств среды.

Управление потоком среды в арматуре осуществляется с помощью рабочего — запорного или регулирующего органа, состоящего из затвора и седла. Затвор представляет собой деталь или конструктивно объединенную группу деталей, перемещающуюся или поворачивающуюся с помощью шпинделя или штока относительно седла корпуса. По способу перекрытия потока среды запорная арматура подразделяется на следующие **типы**.

Задвижка — затвор (диск) перемещается возвратно-поступательно перпендикулярно направлению движения среды.

Клапан — затвор (тарелка) перемещается возвратно-поступательно вдоль или параллельно направлению движения среды.

Кран — затвор, имеющий форму тела вращения (конус, цилиндр, шар), поворачивается вокруг собственной оси.

Заслонка — затвор, имеющий форму диска, поворачивается вокруг оси, лежащей в плоскости затвора или параллельной ей.

По конструктивному исполнению типы арматуры, применяющейся на АЭС, могут иметь следующие основные **разновидности**.

Задвижка клиновая (с цельным, составным или упругим клином) — имеет затвор, уплотнительные поверхности которого расположены под углом друг к другу.

Задвижка параллельная (шиберная однодисковая или двухдисковая) — имеет затвор, уплотнительные поверхности которого расположены параллельно друг к другу.

Задвижка с выдвижным шпинделем или штоком — имеет шпиндель или шток, совершающий поступательное или вращательно-поступательное движение.

Задвижка с неподвижным шпинделем — имеет шпиндель, совершающий только вращательное движение при возвратно-поступательном движении затвора.

В зависимости от способа присоединения к трубопроводу арматура АЭС подразделяется на фланцевую и с патрубками под приварку к трубопроводу. По способу герметизации подвижного соединения шпинделя с крышкой относительно внешней среды различают сальниковую, сильфонную и мембранную арматуру.

Арматура с приводом, снабженным силовой пружиной, подразделяется на нормально открытую (НО) и нормально закрытую (НЗ). В нормально открытой арматуре при прекращении подачи управляющей энергии в привод клапан открывается, в нормально закрытой — закрывается.

По конструкции корпуса арматура подразделяется на проходную и угловую. В проходной арматуре среда не изменяет направление своего движения на выходе по сравнению с направлением на входе, в угловой направление изменяется обычно на 90° .

По материалу корпусных деталей арматура подразделяется на стальную, чугунную, из цветных металлов и из неметаллических материалов. Выделяют арматуру из чугуна с защитным коррозионно-стойким покрытием (пластмассой, эмалью). На основных линиях АЭС используется стальная арматура из углеродистой, легированной или коррозионно-стойкой стали.

Среда, движущаяся по трубопроводу, называется рабочей средой; среда, используемая в гидро- и пневмоприводах арматуры, называется управляющей средой, а внешняя атмосфера называется окружающей или внешней средой. Среда, используемая для подачи командных сигналов на привод арматуры, называется командной средой, а ее давление — командным давлением.

Основные параметры арматуры можно разделить на эксплуатационные и конструкционно-монтажные. К эксплуатационным относятся энергетические параметры (давление, температура), пропускная способность, коррозионная стойкость, тип привода, необходимый крутящий момент для управления арматурой, время срабатывания и пр. К конструкционно-монтажным параметрам относятся: условный диаметр прохода, строительная длина, строительная высота, масса, тип присоединения к трубопроводу, число, диаметр и расположение отверстий на присоединительных фланцах, разделка под приварку к трубопроводу и т. п.

Различают условное, рабочее и пробное давление. Условные давления p_y в пределах до 20 МПа образуют следующий ряд, МПа: 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,4; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0. Условные давления p_y , рабочие p_p и пробные $p_{пр}$ для арматуры из стали регламентированы ГОСТ 356—80. Для арматуры из углеродистой стали рабочие давления равны условным при температуре среды $t_p = 0 \div 200^\circ \text{C}$. При повышении температуры допускаемое рабочее давление снижается в зависимости от материала корпусных деталей арматуры. Для сталей ГОСТ 356—80 предусматривает 14 температурных ступеней, в пределах которых рабочее давление по мере повышения температуры снижается. Система условных давлений p_y и соответствующих им p_p при различных температурах позволяет определять допустимые условия работы арматуры при этих температурах в зависимости от свойств стали.

1.2. УСЛОВИЯ РАБОТЫ АРМАТУРЫ АЭС

Условия работы арматуры АЭС в значительной мере определяются типом реактора, видом теплоносителя и энергетическими параметрами рабочего тела. В Советском Союзе применяются два основных типа реакторов. ВВЭР — водяной энергетический реактор (корпусной, международное обозначение PWR) и РБМК — реактор большой мощности, каналный. В обоих случаях теплоносителем является вода (легкая), но в ВВЭР теплоноситель — вода под давлением без кипения, а в РБМК — вода под давлением кипящая. Замедлителем в ВВЭР служит вода (легкая), в РБМК — графит.

Особенности паротурбинных установок АЭС заключаются в том, что они работают на насыщенном паре относительно невысоких энергетических параметров, поэтому для АЭС не требуется энергетическая арматура сверхвысоких параметров.

В табл. 1.1 приведены основные энергетические параметры АЭС с реакторами ВВЭР и РБМК, а на рис. 1.1 и 1.2 приведены схемы реакторных установок.

Трубопроводы на АЭС служат для транспортировки теплоносителя, рабочего тела, воздуха, масла и т. п. Они соединяют в определенной последовательности основное и вспомогательное оборудование станции. Трубопроводы подразделяются на главные и вспомогательные. К главным относятся трубопроводы, являющиеся составной частью основной технологической схемы станции: трубопроводы первого и второго контуров, паропроводы от парогенераторов к турбинам, трубопроводы пара промежуточного перегрева, основного потока конденсата и питательной воды. Обычно диаметр главных трубопроводов находится в пределах от 108 до 850 мм. Так, на АЭС с реактором ВВЭР-1000 контур принудительной циркуляции имеет диаметр 850 мм, на АЭС с реактором ВВЭР-440 главный циркуляционный контур состоит из труб 560×32 мм.

Таблица 1.1. Основные энергетические параметры АЭС с реакторами ВВЭР и РБМК

Параметр	ВВЭР-440	ВВЭР-1000	РБМК-1000	РБМК-1500
Мощность, МВт:				
тепловая	1375	3000	3200	4800
электрическая	440	1000	1000	1500
Давление теплоносителя (в корпусе реактора), МПа	12,5	16,5	—	—
Температура теплоносителя на входе/выходе парогенератора, °С	301/268	322/289	—	—
Давление насыщенного пара перед турбиной, МПа	4,4	6,0	6,5	6,5
Температура насыщенного пара перед турбиной, °С	259	278	280	280
Температура питательной воды, °С	226	220	—	—
Число петель главного реакторного контура	6	4	—	—
Число турбин	2	2	2	2
Давление в барабанах-сепараторах, МПа	—	—	7,0	7,0
Паропроизводительность реактора, т/ч	—	—	5800	8800
Расход пара на турбины, т/ч	—	—	5400	8200

Вспомогательные трубопроводы служат для обеспечения надежной работы всего оборудования станции в стационарных и переходных режимах. К вспомогательным относятся трубопроводы подпиточной воды, сливные, дренажные и т. п.

Полная тепловая схема электростанции состоит из тепловых схем отдельных узлов и систем их связи. Основными составляющими полной тепловой схемы являются: конденсатор турбины и конденсатный тракт; деаэрактор и питательный тракт; пусковой узел, главные паропроводы и пускосбросные устройства; трубопроводы промежуточного перегрева пара; пусковая схема электростанции; трубопроводы пара собственных нужд; баковое хозяйство электростанции и другие составные элементы схемы.

Трубопроводная арматура на АЭС обслуживает все контуры, трубопроводы, силовые агрегаты, цистерны, баки, резервуары, бассейны, связанные с использованием или транспортировкой жидких и газообразных сред. Условия работы арматуры различны для разных участков и зависят от места ее расположения и энергетических параметров АЭС. На рис. 1.1 показана схема реакторной установки ВВЭР-1000 со вспомогательными системами. Как видно из схемы, в ее состав входят главные циркуляционные трубопроводы, оснащенные главными запорными задвижками (ГЗЗ), вспомогательные трубопроводы, дренажные силовые трубопроводы, линии «чистого» конденсата, линии технической воды и др. Все трубопроводы оснащены арматурой различного назначения. Все энергетическое оборудование по отдельным стадиям технологического процесса АЭС можно разделить на следующие установки: реакторную, парогенерирующую, паротурбинную, конденсационную и конденсатно-питательный тракт.

Наибольшие диаметры прохода имеет арматура главного контура. Она работает в наиболее сложных условиях и к ней предъявляется целый ряд специфических требований как по химическому составу и механическим характеристикам металла, так и по герметичности и надежности конструкции. Вода

или пар первого контура содержат твердые радиоактивные окислы, которые могут оседать на стенках трубопровода и арматуры. Степень радиоактивности среды зависит от количества окислов, образующихся в связи с коррозией металла, поэтому главные трубопроводы и арматура изготавливаются из коррозионно-

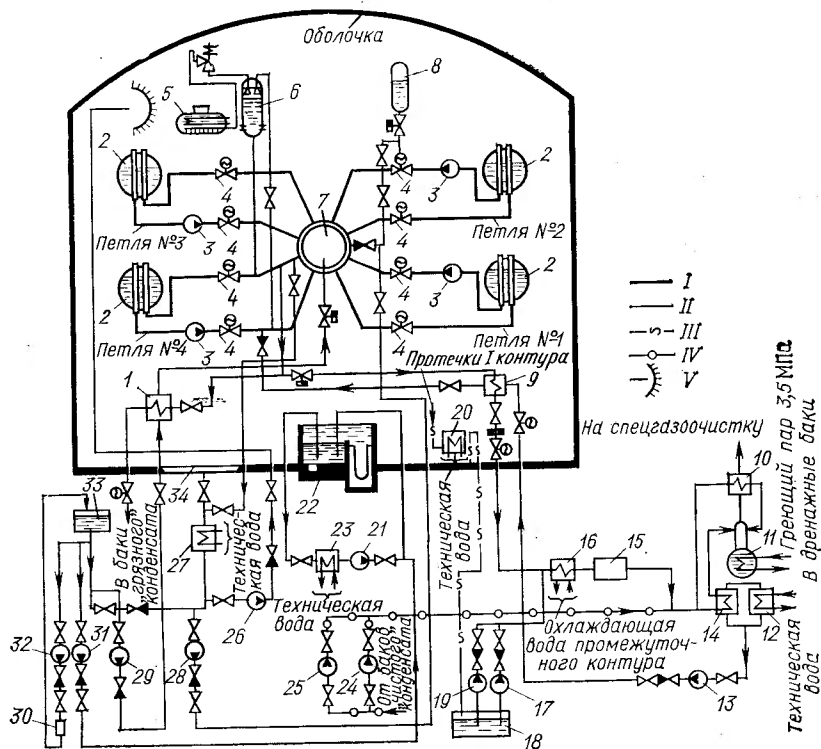


Рис. 1.1. Схема реакторной установки ВВЭР-1000 со вспомогательными системами:

1 — теплообменник аварийного впрыска бора; 2 — парогенератор; 3 — главный циркуляционный насос; 4 — главная запорная задвижка $Dy=850$ мм; 5 — барботажный бак; 6 — компенсатор объема; 7 — реактор; 8 — бак аварийного охлаждения; 9 — теплообменник фильтров первого контура; 10 — охладитель выпара деаэратора подпитки; 11 — деаэратор подпитки первого контура; 12 — доохладитель подпитки первого контура; 13 — подпиточный насос; 14 — охладитель подпитки первого контура; 15 — фильтры спецдоочистки на давление $p=2$ МПа; 16 — доохладитель очистки первого контура; 17 — насос организованных протечек; 18 — прямок организованных протечек; 19 — вспомогательный насос организованных протечек; 20 — охладитель организованных протечек первого контура; 21 — насос контура расхолаживания бассейна выдержки; 22 — бассейн выдержки; 23 — теплообменник расхолаживания бассейна выдержки; 24 — насос чистого конденсата; 25 — вспомогательный насос чистого конденсата; 26 — спринклерный насос; 27 — теплообменник аварийного расхолаживания реактора; 28 — насос аварийного расхолаживания; 29 — насос аварийного впрыска бора; 30 — фильтры спецдоочистки на $p=0,6$ МПа (6 кгс/см²); 31 — насос заполнения бассейна выдержки; 32 — насос подачи борного раствора на очистку; 33 — бак аварийного раствора бора; 34 — прямок; I — главные циркуляционные трубопроводы $Dy=850$ мм; II — вспомогательные трубопроводы; III — дренажные, сливные трубопроводы; IV — трубопроводы чистого конденсата; V — разбрызгивающие сопла спринкерной установки.

стойкой стали 08Х18Н10Т или из углеродистой стали, плакированной коррозионно-стойкой, а все соединения выполняются сваркой. Все элементы главного контура, в том числе и арматура, должны иметь полости возможно простой формы, доступные для тщательной обработки, очистки, промывки и дренажа. Наиболее ответственные участки главных трубопроводов для надежного от-

ключения системы паропроводов одной турбины снабжены сдвоенными запорными задвижками с электроприводом.

Трубопроводы второго контура работают на нерадиоактивной среде, но и они требуют тщательного выполнения, и арматура на них также присоединяется сваркой.

Наибольшее применение имеют задвижки, вентили, обратные и предохранительные клапаны. Многие задвижки и вентили работают спаренно, будучи

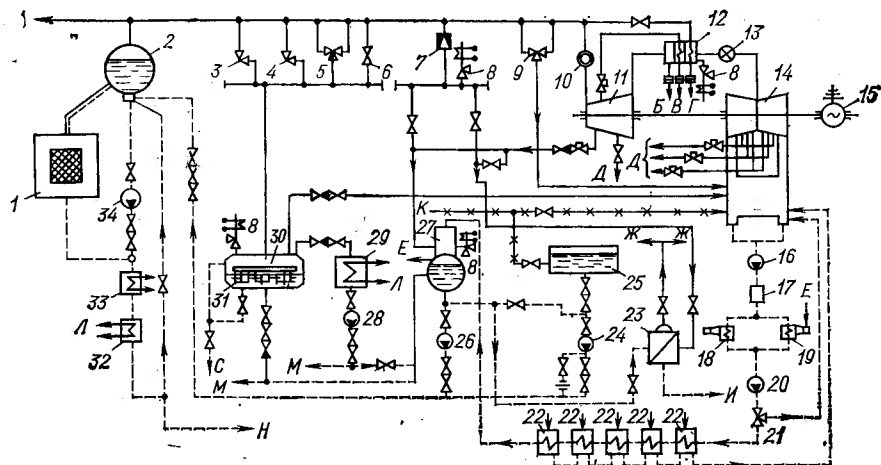


Рис. 1.2. Схема реакторной установки РБМК-1000:

1 — реактор; 2 — сепаратор; 3 — контрольные предохранительные клапаны; 4 — рабочие предохранительные клапаны; 5 — быстродействующая редукционная установка со сбросом пара в барботер; 6 — шибберная дроссельная задвижка; 7 — быстродействующая редукционная установка для питания греющим паром деаэратора и испарителя; 8 — предохранительный клапан; 9 — быстродействующая редукционная установка со сбросом пара в конденсатор; 10 — запорно-регулирующий клапан; 11 — ЦВД; 12 — сепаратор пароперегревателя; 13 — отсечный клапан; 14 — ЦНД; 15 — генератор; 16 — конденсатный насос первой ступени; 17 — конденсатоочистка; 18 — сальниковый эжектор; 19 — основной эжектор; 20 — конденсатный насос второй ступени; 21 — клапан регулятора уровня и рециркуляции конденсата; 22 — подогреватели низкого давления; 23 — испаритель; 24 — аварийные питательные насосы; 25 — аварийный питательный бак; 26 — электропитательный насос; 27 — деаэратор; 28 — откачивающие насосы технологического конденсатора; 29 — технологический конденсатор; 30 — барботер; 31 — коллектор с соплами; 32 — доохладитель; 33 — теплообменник; 34 — главный циркуляционный насос; А — сухой пар из реактора; В — сепарированная смесь в конденсатор; Г — дренаж греющего пара I ступени перегревателя в конденсатор турбины или деаэратор; Д — дренаж греющего пара II ступени перегревателя в деаэратор; Е — пар из уравнивательной линии деаэратора; Ж — вторичный пар от испарителя на концевые уплотнения турбины, на уплотнения штоков клапанов, на пусковой и сальниковый эжекторы; И — конденсат греющего пара испарителя в конденсатор; К — конденсат в бак аварийных питательных массов; Л — вода промконтура; М — конденсат в деаэратор; Н — слив в баки; С — слив конденсата.

установленными последовательно для повышения надежности по принципу резервирования. Большое количество конструкций арматуры снабжено электроприводами и другими типами приводов.

Каждый узел и трубопроводный участок работает в определенном, характерном для него энергетическом и эксплуатационном режиме, и оснащается арматурой соответствующего класса, типа, параметров, диаметра прохода и рода привода. Так, все трубопроводы, соединенные с конденсатором (линия подвода добавочной обессоленной воды, сбросная линия рециркуляции), по условиям их работы оснащаются вакуумной арматурой.

Для защиты турбины на линиях отбора пара вблизи ее корпуса устанавливаются обратные клапаны с гидроприводом. Деаэратор обслуживается клапаном — регулятором греющего пара, поддерживающим постоянное давление

в деаэраторе, а на линиях подвода пара устанавливаются предохранительные клапаны.

В аварийных режимах в качестве пароприемного устройства применяются в первую очередь конденсаторы турбины, но в дополнение к этому на одноконтурных станциях с канальным реактором (РБМК) устанавливаются барботеры в сочетании с технологическими конденсаторами. На рис. 1.3 представлена схема аварийного сброса радиоактивного пара реактора одноконтурной АЭС в конденсационные устройства.

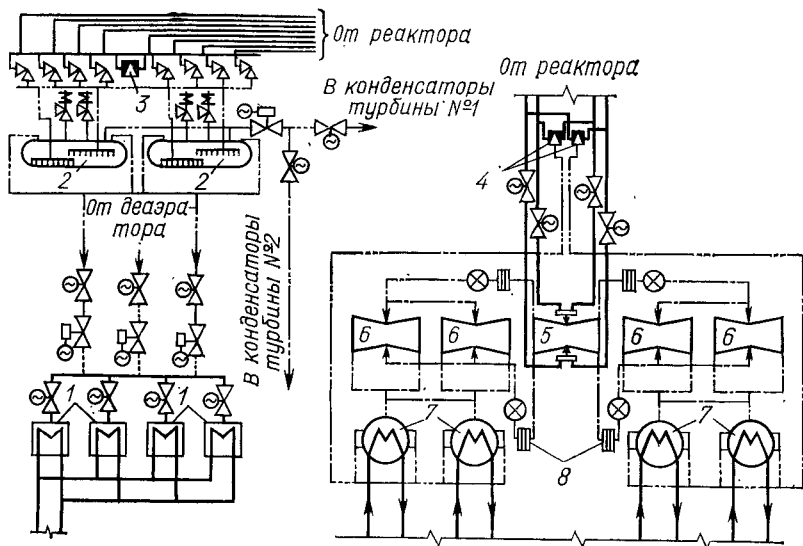


Рис. 1.3. Схема аварийного сброса пара реактора одноконтурной АЭС (РБМК) в конденсационные устройства:

1 — технологические конденсаторы; 2 — барботер; 3 — быстродействующая редукционная установка к барботерам; 4 — быстродействующая редукционная установка к конденсаторам; 5 — ЦВД турбины; 6 — ЦНД турбины; 7 — конденсаторы турбины; 8 — сепараторы промежуточного перегрева пара.

денсационные устройства (конденсаторы и барботеры с технологическими конденсаторами). Система оснащена арматурой различного назначения, включая быстродействующие редукционные установки (БРУ) и импульсные предохранительные устройства (ИПУ).

1.3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АРМАТУРЕ АЭС

При выборе арматуры в первую очередь должны применяться изделия, серийно выпускаемые промышленностью. Если отсутствуют требуемые конструкции, арматура изготавливается по проектам, которые разрабатываются с учетом определенных заранее установленных требований и назначения арматуры. К числу общих требований, предъявляемых к арматуре, можно отнести следующие.

1. Прочность и жесткость — способность выдерживать без существенных упругих и пластических деформаций, нарушающих нормальную работу изделия, постоянные и кратковременные давления, усилия и крутящие моменты.
2. Долговечность — способность в течение определенного, заранее заданного срока выполнять свои функции с заданной вероятностью до первого отказа либо с допустимой интенсивностью отказов.
3. Коррозионная стойкость по отношению к рабочей среде.

4. Циклическая долговечность — способность выполнять с заданной вероятностью заранее заданное число циклов срабатывания до первого отказа.

5. Герметичность внешняя и внутренняя, т. е. герметичность по отношению к внешней среде и герметичность перекрытия затвором разделяемых арматурой участков трубопровода.

6. Применение требуемого типа привода, вида энергии и управляющей среды (воды, пара, масла, сжатого воздуха).

7. Обеспечение заданной скорости срабатывания — перекрытия прохода.

8. Возможность монтажа в требуемом положении.

9. Заданный способ присоединения к трубопроводу (сваркой, фланцами).

10. Простота и удобство управления — возможность управления арматурой вручную с применением установленных усилий и при удобном для оператора положении.

11. Технологичность конструкции — возможность изготовления ее при минимальных затратах труда и средств.

12. Ремонтопригодность — возможность восстанавливать работоспособность арматуры при минимальных затратах времени, труда и средств.

13. Минимальная материалоемкость и масса конструкции.

Дополнительно к этим основным требованиям и в уточнение некоторых из них к арматуре могут предъявляться дополнительные требования, которые имеют разное значение в зависимости от условий ее работы.

14. Вакуумная плотность.

15. Эрозионная стойкость материала деталей затвора и седла, а также прочной части корпуса.

16. Наличие дублирующего ручного привода.

17. Наличие местного указателя положения затвора у арматуры с ручным местным и дистанционным управлением.

18. Наличие сигнализаторов крайних положений затвора у арматуры, управляемой дистанционно.

19. Возможность регулировки продолжительности цикла закрывания или открывания.

20. Возможность установки затвора в любом промежуточном положении.

21. Необслуживаемость, т. е. способность арматуры к выполнению своих функций без проведения технического обслуживания, ремонта, регулировки, периодической смазки и т. п. (эксплуатация в необслуживаемых помещениях герметизированной зоны под защитной оболочкой).

22. Отсутствие вибрации и минимальный уровень шума.

23. Отсутствие легирующих металлов, нежелательных по своим активационным свойствам (кобальта и др.).

24. Обеспечение надежного функционирования после продолжительного периода нахождения арматуры в закрытом или открытом положении.

25. Дренаруемость, т. е. возможность выпуска рабочей среды из полостей арматуры.

26. Возможность выпуска воздуха при заполнении арматуры рабочей средой.

27. Отсутствие застойных зон и полостей, труднодоступных для очистки и промывки.

28. Возможность дистанционного демонтажа и монтажа арматуры для замены вышедшего из строя изделия.

29. Требуемый уровень чистоты внутренних полостей.

30. Возможность промывки и дезактивации соответствующими растворами наружных и внутренних поверхностей конструкции и т. п.

В соответствии с Правилами Госгортехнадзора [9] проект и технические условия на изготовление, монтаж и ремонт оборудования и трубопроводов, а также их элементов (включая арматуру) должны быть разработаны, согласованы и утверждены в порядке, совместно установленном министерствами (ведомствами), в ведении которых находятся проектная организация и завод-изготовитель. При этом должны быть предусмотрено согласование проекта и технических условий с заказчиком (проектирующей организацией).

Все изменения в проекте, необходимость в которых может возникнуть при изготовлении, монтаже, ремонте или эксплуатации оборудования, в том

числе и приобретенного за границей, должны быть согласованы с организацией, проектировавшей это оборудование. При невозможности выполнить такое условие допускается согласование изменения в проекте со специализированной научно-исследовательской или конструкторской организацией.

Оборудование должно поставляться заказчику с паспортом установленной формы и инструкциями по монтажу и эксплуатации. Паспорт на арматуру составляется заводом-изготовителем, инструкции — монтажной и проектной организациями соответственно. В паспорте арматуры с условным диаметром $D_y > 20$ мм, изготовленной из легированной стали, указываются марки материалов, примененных для изготовления основных деталей (корпуса, крышки, крепежные детали), условный диаметр прохода, условное или рабочее давление и температура среды. На корпусах арматуры на видном месте заводом-изготовителем должна быть нанесена маркировка со следующими данными: наименование или товарный знак завода-изготовителя; год изготовления; шифр или условное обозначение или номер чертежа; условный диаметр прохода в миллиметрах; условное p_y или рабочее давление p_p и рабочая температура; пробное давление $p_{пп}$. В тех случаях, где это требуется, указывается также направление потока среды, а на маховиках — направление вращения маховика при открывании и закрывании. Нанесение паспортных данных краской не допускается. Место и способ клеймения указываются на чертеже.

Завод-изготовитель несет ответственность за надежность арматуры, поставляемой на АЭС. Надежность проверяется путем проведения периодических испытаний не реже одного раза в три года. При этих испытаниях должны быть подтверждены показатели надежности.

При изменении конструкции или технологии изготовления арматуры проводятся типовые испытания. При этих испытаниях определяется эффективность внесенных изменений или сравнивается качество продукции до и после изменений. Допускается подтверждение показателей надежности по результатам подконтрольной эксплуатации или по результатам сбора информации об эксплуатационной надежности изделий в соответствии с ГОСТ 16468—70. За правильность конструкции, за расчет на прочность и выбор материала, а также за соответствие арматуры Правилам Госгортехнадзора [9] отвечает проектная организация, за качество изготовления, монтажа и ремонта отвечает предприятие (организация), выполнявшее соответствующие работы. Предусмотрены следующие общие требования к оборудованию, в состав которого входит и арматура.

Арматура должна быть надежной и безопасной в эксплуатации в течение проектного срока службы; должна быть предусмотрена возможность осмотра, контроля основного металла и сварных соединений неразрушающими методами дефектоскопии, проведения очистки, промывки, продувки и ремонта. Если по условиям размещения оборудования и трубопроводов или радиационной обстановки контроль за состоянием металла в местах, установленных Правилами [9], не может быть выполнен существующими средствами, то должны быть предусмотрены специальные устройства и приспособления, обеспечивающие осуществление указанного контроля.

При проектировании арматуры для радиоактивных теплоносителей должны учитываться возможные изменения физико-механических свойств материалов под действием радиоактивного облучения. Конструкции и материалы арматуры, в которой находится радиоактивный теплоноситель, должны обеспечивать возможность промывки дезактивирующими растворами. При проектировании оборудования должны быть предусмотрены устройства для отвода воздуха при наполнении средой или вакуумирования, а также устройства для удаления рабочей среды и конденсата (в местах его скопления).

Все элементы оборудования и трубопроводов с температурой наружной стенки выше 45°C , расположенные в доступных для обслуживающего персонала местах, должны быть теплоизолированы, температура наружной поверхности теплоизоляции не должна превышать 45°C . На участках, подлежащих в процессе эксплуатации контролю и измерению деформации металла, должна быть установлена съемная изоляция. Арматура должна размещаться в местах, удобных для обслуживания и ремонта. В необходимых случаях должны быть устроены лестницы и площадки. Арматура, требующая для управления значи-

Таблица 1.2 Требуемые данные о технико-экономических показателях арматуры

Основные технико-экономические требования	С пневмо- и гидроприводом	С электроприводом	Запорная арматура	Клапаны регулирующие, предохранительные, отсечные, смесительные, разделительные, редукционные, сбросные
1. Наименование, тип и разновидность				
1.1. Наименование арматуры	×	×	×	×
1.2 Рекомендуемый тип и разновидность арматуры: для конденсатоотводчика — непрерывного или периодического действия; для регулятора — астатический, пропорциональный; для предохранительного клапана — пружинный, грузовой, с импульсным клапаном и с электромагнитным управлением от контактного манометра; для запорной арматуры — сильфонная, сальниковая; для обратного клапана — подъемный или поворотный; для холодной арматуры вид изоляции — баковая, вакуумная, индивидуальная	—	—	×	×
1.3 Желательный класс арматуры по условиям эксплуатации и ремонту (1, 2А, 2Б, 3А, 3Б, 3В по классификации, приведенной в разд. 2.1)	—	—	×	×
2. Основные параметры арматуры				
2.1 Условный диаметр прохода трубопровода на входе и выходе арматуры	—	—	×	×
2.2 Номинальное рабочее давление и его изменение в зависимости от расхода. Максимальное аварийное давление	—	—	×	×
2.3 Максимально допустимые теплопритоки и периодичность теплосмен (для криогенной арматуры)	—	—	×	×
2.4 Максимальный и минимальный расход через регулирующий клапан при рабочих параметрах в момент срабатывания, в массовых (т/ч) или объемных (м³/ч) единицах; максимальный расход при минимальном перепаде. Возможные пределы регулирования для регуляторов. Коэффициент гидравлического сопротивления (для запорной арматуры)	—	—	×	×
2.5 Противодавление за предохранительным клапаном при закрытом проходе; постоянное оно или переменное, в случае переменного — интервал изменения	—	—	—	×
2.6 Сброс среды в атмосферу или в дренаж	—	—	—	×

Основные технико-экономические требования	С пневмо- и гидро-приводом	С электро-приводом	Запорная арматура	Клапаны регулирующие, предохранительные, отсечные, смесительные, раздельные, редукционные, сбросные
2.7. Вид действия пневмогидроприводной арматуры:				
а) нормально закрыто	×	—	—	—
б) нормально открыто	×	—	—	—
в) двустороннего действия	×	—	—	—
г) с фиксацией крайних положений	×	—	—	—
2.8. Исполнения, которые необходимо предусмотреть в документации (нормальное, тропическое, атмосферостойкое, химически стойкое, взрывозащищенное и др.)	×	×	×	×
2.9 Тип корпуса (угловой, проходной и т. п.)	—	—	×	×
2.10 Внутренняя расходная (пропускная) характеристика (линейная, равнопроцентная)	—	—	—	×
3. Характеристика рабочей среды				
3.1 Наименование, химический состав, агрессивность, ядовитость, взрывоопасность, способность к коксованию, налипанию; наличие твердых взвесей, их характеристика	×	—	×	×
3.2 Температура	×	—	×	×
3.3 Плотность при рабочих параметрах	—	—	×	×
3.4 Вязкость при нормальной и рабочей температурах	—	—	×	×
3.5 Категория и группа взрывозащиты арматуры	×	×	—	—
3.6 Направление движения (под или на золотник или плунжер)	—	—	×	×
3.7 Радиоактивность	—	—	×	×
4. Вид управления				
4.1 Тип привода	—	—	×	×
4.2 Необходима ли дистанционная сигнализация положения затвора при помощи сигнальных ламп для крайних положений и сигнализация промежуточных положений	×	×	×	×
4.3 Необходима ли местная сигнализация	×	×	×	×
4.4 Тип дистанционного указателя положений затвора (электро-, гидро- или пневмоуказатель), для электроуказателя — род тока, напряжение, разрывная мощность контактов и др.	×	×	×	×

Основные технико-экономические требования	С пневмо- и гидро- приводом	С электро- приводом	Запорная арматура	Клапаны регулирующие, предохранительные, отсечные, смесительные, раз- делительные, редукционные, сбросные
4.5. Данные силовых и контрольных кабелей. Требования к вводным и распределительным устройствам	—	×	—	—
4.6 Количество свободных микровыключателей для цепей автоматики и блокировки	—	×	—	—
4.7 Способ управления (местное кнопочное, дистанционное автоматическое, дистанционное кнопочное)	—	×	—	—
4.8 Вид и параметры электрического тока:				
в силовой цепи	—	×	—	—
в цепи сигнализации	×	×	—	—
4.9. Вид и параметры управляющей среды (давление, температура и т. п.) для пневмоприводов и гидроприводов	×	—	—	×
4.10 Давление в приводе в моменты начала и конца хода	×	—	—	×
4.11 Допустимый порог чувствительности клапана в сборе с приводом	—	—	—	×
4.12 Необходимость установки позиционера	—	—	—	×
4.13 Необходимость ручного дублера	×	×	×	×
5. Присоединительные и габаритные размеры				
5.1 Способ присоединения к трубопроводу (указать нормаль, ГОСТ или номер инструкции). Материал труб и разделка под сварку	—	—	×	×
6. Основные конструктивные особенности привода				
6.1 Рекомендуемое исполнение привода (встроенное в конструкцию арматуры или невстроенное)	×	—	—	—
7. Основные требования к материалам				
7.1 Рекомендации по материалам, соприкасающимся с рабочей средой, прокладочным материалам, сальниковым набивкам	—	—	×	×
7.2 Особые требования к материалам и покрытиям, не соприкасающимся с рабочей средой	×	×	×	×
7.3. Возможность применения для уплотнения затвора резины или пластмасс (каких)	—	—	×	×

Основные технико-экономические требования	С пневмо- и гидро-приводом	С электро-приводом	Запорная арматура	Клапаны регулирующие, предохранительные, отсечные, смесительные, разделительные, редукционные, сбросные
8. Особые требования				
8.1 Требования по сейсмостойкости (нагрузки, ускорение, максимальная амплитуда)	×	×	×	×
8.2 Усилия, действующие от трубопроводов	—	—	×	×
9. Условия эксплуатации				
9.1 Рабочее положение на трубопроводе	—	—	×	×
9.2 Необходимость соответствия этого трубопровода (и арматуры) требованиям Правил Госгортехнадзора [9]	—	—	×	×
9.3 Место установки (в помещении, на открытом воздухе), влажность, запыленность окружающего воздуха и его температура, взрывоопасность и т. п.	×	×	×	×
9.4 Необходимость установки изделия в герметичной зоне	×	×	×	×
9.5 Окружающие условия при аварийных ситуациях, продолжительность их и необходимость срабатывания в этих условиях	×	×	×	×
9.6 Уровень радиационного фона в месте установки	×	×	×	×
9.7 Эксплуатационные режимы:				
а) нормальная эксплуатация	—	×	×	×
б) нарушение нормальной эксплуатации	—	×	×	×
в) аварийная ситуация	—	×	×	×
(характеристики каждого режима, т. е. зависимость изменения температуры среды, давления и расхода теплоносителя от времени)				
9.8 Число повторений каждого цикла за расчетный срок эксплуатации	—	—	×	×
9.9. Требования по герметичности по отношению к внешней среде, в том числе по вакуумной плотности	—	—	×	×
9.10 Допустимый расход рабочей среды через закрытый запорный орган арматуры при рабочих параметрах в массовых или объемных единицах	—	—	×	×
9.11 Предполагаемое время закрывания (срабатывания)	×	×	×	×
9.12 Частота открывания и закрывания; общее количество циклов «открыто — закрыто» до первого ремонта	×	×	×	×

Основные технико-экономические требования	С пневмо- и гидро-приводом	С электро-приводом	Запорная арматура	Клапаны регулирующие, предохранительные, отсечные, смешательные, разделительные, редукционные, сбросные
9.13 Доступность осмотра во время эксплуатации, периодичность осмотров и текущих ремонтов	×	×	×	×
9.14 Требования по дезактивации и дезактивирующим растворам. Периодичность дезактивации. Температура растворов и время промывки. Способ дезактивации	×	×	×	×
10. Условие хранения и транспортирования				
10.1 Требования по хранению и транспортированию	×	×	×	×
11. Показатели надежности				
11.1 Желательная вероятность безотказной работы в течение ... лет, циклов	×	×	×	×
11.2 Желательный срок службы (лет, циклов)	×	×	×	×
11.3 Ремонтопригодность	×	×	×	×
12. Условия выполнения заказа				
12.1 Организация, с которой надлежит заключить договор на разработку документации	×	×	×	×
12.2 Основные потребители	×	×	×	×
12.3 Комплектность поставки	×	×	×	×
12.4 Количество опытных образцов	×	×	×	×
12.5 Обеспеченность стендами для испытания опытных образцов	×	×	×	×
13. Информация потребителя по изделиям аналогичного назначения				
13.1 Арматура, используемая в настоящее время на аналогичных АЭС (тип, материал основных деталей, прокладок), и практический срок ее службы, недостатки. Поставщик этой арматуры. Указать наличие импортной арматуры и ее характеристики	×	×	×	×
13.2 На каких предприятиях можно провести обследование установленной арматуры	×	×	×	×
13.3 Какие научно-исследовательские работы, изобретения, рацпредложения, патенты рекомендуются заказчиком к использованию при разработке конструкций	×	×	×	×

Основные технико-экономические требования	С пневмо- и гидро-приводом	С электро-приводом	Запорная арматура	Клапаны регулирующие, предохранительные, отсечные, смешительные, разделительные, редукционные, сбросные
13.4 Необходимость патентной чистоты и патентоспособность	×	×	×	×
14. Техничко-экономическое обоснование				
14.1 Обоснование технико-экономической целесообразности разработки арматуры	×	×	×	×
14.2 Расчет лимитной цены	×	×	×	×
14.3 Прочие экономические данные (стоимость ремонта существующей арматуры, время простоя ее в ремонте)	×	×	×	×
14.4 Годовая потребность в изделиях на ближайшие 5—10 лет	×	×	×	×

Примечания. 1. К технико-экономическим требованиям должна быть приложена схема установки, дающая ясное представление о работе арматуры.

2. × — обязательные ответы заказчика.

тельных усилий или дистанционного обслуживания, должна иметь механические или электрические приводы. Трубопроводы второго контура для снижения указанных усилий могут быть снабжены обводными линиями.

Технические требования, выдаваемые проектирующей организацией (заказчиком) на конструирование арматуры, должны содержать следующие данные: назначение и область применения, основные параметры арматуры, характеристики рабочей среды, вид управления, присоединительные и габаритные размеры, основные конструктивные особенности, основные требования к материалам, особые требования, условия эксплуатации, хранения и транспортирования; показатели надежности и долговечности, условия выполнения заказа, информацию потребителя по изделиям аналогичного назначения и технико-экономическое обоснование необходимости разработки новой конструкции.

В свою очередь, техническая документация, сопровождающая арматуру и разработанная конструкторской организацией, должна содержать все данные, необходимые проектной, монтажной и эксплуатационной организациям для правильного выбора, монтажа и использования арматуры, в том числе такие данные, как устройство, присоединительные размеры арматуры, материал основных деталей, их термообработка и применяемые защитные покрытия, методы, объем и результаты испытаний различных видов.

Все организации и предприятия, участвующие в процессе создания арматуры АЭС и ее эксплуатации, несут ответственность за безопасность работы арматуры в соответствии с характером и объемом своего участия.

Для правильного решения вопросов, связанных с разработкой конструкций арматуры, заказчик должен представить конструктору достаточно полную информацию о назначении и условиях эксплуатации изделия. С этой целью необходимо представить данные в объеме, приведенном в ведомости «Технико-экономические требования» (табл. 1.2).

СОГЛАСОВАНО
Главный конструктор проекта
(должность)

(должность)

(подпись)

(подпись)

(дата)

(дата)

Ведомость

согласования применения специальной арматуры для АЭС по заказной спецификации № (наименование электростанции)

№ п. п.	Наименование арматуры	Завод-изготовитель	Арматура			Установка арматуры							14	15	Окружающая среда							23	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			16	17	18	19	20	21	22		
			Тип	Dу, мм	Количество, шт.	Место установки (кон-тур, система)	Тип присоединения	Материал трубопровода	Направление подачи среды (на или под зонтник)	Установочное положение (вертикальное, горизонтальное)	Вид привода	Препятствующее положение запорного органа (закрыт, открыт)	Химический состав рабочей среды	Наличие механических примесей максимальной крупности	Давление у запорного органа	на входе, МПа	на выходе, МПа	Температура, °С	Относительная влажность	Температура	нормальная, °С	аварийная, °С	ГОСТ или ТУ на изготовление и поставку

Примечания. 1. Для предохранительной арматуры указывать давление полного открытия и обратной посадки, коэффициент пропускай способностей Kv и возможное противодавление за клапаном.
2. Для регулирующей арматуры указывать максимальный и минимальный расходы (или Kv), перепад давления и расходную характеристику (линейная, равнопроцентная).
3. В графе «Место установки» следует указать контур (I, II и др.) и систему (компенсатор объема, парогенератор и т. п.).
4. В случае особых требований по вибростойкости, взрывоопасности, сейсмостойкости и подобным условиям работы арматуры последние должны быть указаны в графе «Примечание».

Принятые решения по выбору серийно выпускаемой или вновь разработанной арматуры оформляются в виде ведомости согласования применения специальной арматуры (табл. 1.3).

Завод-изготовитель обязан поставлять продукцию, полностью соответствующую технической документации, разработанной конструктором. Завод несет ответственность за качество поставляемой продукции.

Монтажная организация должна устанавливать арматуру на предусмотренное для нее проектом место в полном соответствии с конструктивными особенностями арматуры (направление подачи среды, материал прокладок и набивок, крепежные материалы и пр.). Она несет ответственность за качество всех монтажных работ.

Эксплуатационная организация и ее обслуживающий персонал несут ответственность за соблюдение правил эксплуатации арматуры, своевременный технический уход и ремонт.

В соответствии с Правилами Госгортехнадзора изготавливать арматуру для АЭС, так же как и другое ответственное оборудование, имеют право лишь предприятия или специализированные организации, имеющие достаточный опыт, кадры высокой квалификации, располагающие оборудованием и другими техническими средствами, обеспечивающими качественное выполнение работ в соответствии с Правилами Госгортехнадзора [9], стандартов и технических условий, и имеющие соответствующее разрешение местных органов Госгортехнадзора СССР.

1.4. ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ

На АЭС для подавляющего большинства контуров применяется арматура, изготавливаемая из углеродистых, легированных или коррозионно-стойких сталей. По сравнению с другими материалами сталь имеет ряд преимуществ, так как обладает высокой прочностью, достаточной технологичностью. Легированием стали можно добиться получения особых свойств, таких, как теплостойкость, коррозионная стойкость, а термической и химико-термической обработкой можно регулировать прочность, твердость, износостойкость. Основными требованиями, предъявляемыми к деталям арматуры, являются прочность и долговечность, поэтому другие материалы, хотя и более дешевые, но менее надежные, чем стали, на АЭС, как правило, не применяются. Обычно материал корпусных деталей арматуры соответствует материалу трубопровода, на котором она устанавливается, поскольку основные требования к материалу трубопровода и корпусных деталей арматуры совпадают. Однако могут быть и исключения, например, для арматуры вспомогательных трубопроводов. Арматура, предназначенная для радиоактивных теплоносителей, изготавливается из сталей, коррозионно-стойких в промывочных и дезактивирующих растворах.

Одним из наиболее важных факторов, определяющих условия работы и выбор материала деталей арматуры, является температура. По ГОСТ 356—80 стали сгруппированы в девять характерных групп, каждая имеет свою градацию температур в соответствии с изменениями механических свойств данной группы сталей по мере повышения рабочей температуры среды. В табл. 1.4 приведены предельные температуры для некоторых конструкционных материалов, применяемых в арматуре атомных станций.

Трубопроводы и арматура первого контура обычно изготавливаются из коррозионно-стойких сталей (например, 08X18H10T), что диктуется требованиями снизить до минимума количество продуктов коррозии в теплоносителе.

Трубопроводы и арматура второго контура с водяным теплоносителем изготавливаются из углеродистых или низколегированных сталей перлитного класса, так как параметры среды допускают применение этих сталей.

В последнее время существует тенденция к использованию перлитных сталей взамен коррозионно-стойких аустенитных сталей, которые имеют следующие недостатки:

- 1) высокую стоимость и дефицитность;
- 2) склонность к коррозионному растрескиванию под напряжением при попадании хлоридов в воду циркуляционного контура;

Таблица 1.4. Конструкционные материалы, используемые на АЭС, и области их применения

Материал	Область применения	Максимальная рабочая температура, °C
Аустенитные коррозионно-стойкие стали	Трубопроводы и арматура пер- вых контуров	600
Перлитные низколегированные стали	Паропроводы и арматура перег- ретого пара одноконтурных реак- торных установок и арматуры	500
Углеродистые стали	Паропроводы насыщенного пара одно- и двухконтурных реактор- ных установок, трубопроводы кон- денсатно-питательного тракта, ар- матура	350
Титановые сплавы	Арматура систем химических реагентов	250

- 3) сложную технологию сварочных и наплавочных работ;
- 4) высокое содержание легирующих элементов, легко поддающихся акти-
вации (хром, никель, кобальт);
- 5) затрудненность дезактивации поверхности;
- 6) пониженные по сравнению с перлитными углеродистыми сталями меха-
нические характеристики.

Исследования и опыт эксплуатации установок показали, что коррозионная стойкость углеродистых сталей при обеспечении чистоты кислородсодержащей воды может считаться вполне приемлемой. В потоке обессоленной воды, содер-
жащей растворенный кислород при концентрации 0,1—10 мг/кг, углеродистая сталь заметно корродирует лишь первые 250—400 ч, действуя на глубину по-
верхности до 0,8 мкм. При этом на стенке образуется окисная плотная и прочная пленка, препятствующая дальнейшей коррозии. Это свойство проявляется во всем интервале рабочих температур воды и насыщенного пара, начиная от ком-
натной температуры.

В настоящее время установлена целесообразность применения трубопро-
водов из углеродистой стали на канальных реакторах. Так, на Ленинградской АЭС им. В. И. Ленина (РБМК-1000) из углеродистой стали изготовлены тру-
бопроводы питательной воды диаметром 426/24 мм и паропроводы того же диа-
метра, показавшие достаточно высокую коррозионную стойкость. Трубопроводы из углеродистой стали применяют в Великобритании, Канаде, ФРГ.

Для оценки прочности материалов используется целый комплекс механи-
ческих характеристик. При выборе стали и других конструкционных мате-
риалов должны также учитываться их технологические свойства: литейные качества, свариваемость, обрабатываемость резанием, возможность применения
ковки и горячей штамповки, возможность применения термического и хими-
ко-термического упрочнения поверхности детали (заковки, цементации, азоти-
рования и пр.), притираемость. При оценке эксплуатационно-физичес-
ких характеристик учитываются следующие свойства материалов: коррозион-
ная стойкость, износостойкость, кавитационно-эрозийная стойкость, отсут-
ствие схватываемости (холодной сварки) и задиоров между сопрягаемыми по-
верхностями в рабочей среде, а в некоторых случаях учитывается присутствие
(или отсутствие) легирующих элементов или компонентов сплава с интенсифи-
чной степенью радиоактивности и большим временем полураспада изотопов.

В соответствии с Правилами [9] материалы, применяемые для изготовления
корпусных деталей арматуры (подлежащих соединению с трубопроводами),
должны обладать хорошей свариваемостью, а также иметь характеристики
прочности и пластичности, обеспечивающие надежную и долговечную работу
оборудования в заданных условиях с учетом изменения свойств металла под
действием радиоактивного облучения и рабочей среды.

Правила [9] обуславливают применение материалов в пределах температур, указанных в табл. 1.5. В отдельных случаях допускается применение материалов для работы при повышенных параметрах, а также новых материалов на основании совместного согласованного с Горгортехнадзором СССР решения проектной и материоловедческой организаций, завода-изготовителя конструкции (монтажной или ремонтной организации). В этих случаях должны быть представлены данные о физических, коррозионных и технологических свойствах (включая свариваемость и режимы термообработки), а также необходимые данные о механических свойствах при температуре 20° С и рабочих температу-

Таблица 1.5. Предельно допустимая рабочая температура для материалов различных марок

Изделие	Марка	t _{макс} , °С
Лист	30ХГСА	150
	ВТ1-0, ВТ1-1	250
	08Х13, 20Х13, 30Х13	300
	ВСтЗсп5, сталь 10, 15, 20, 20к, 22к	350
	16ГС, 10ХСНД	400
	09Г2С, 16ГНМА, 15ГНМФА	450
	12МХ, 12ХМ, 1Х2М, 13Х2МФА, 15Х2МФА	500
	20ХМ	530
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 04Х18Н10, 12Х18Н12Т,	600
	10Х17Н13М2Т, 03Х17Н12М2Т	
Трубы	ВТ1-0, ВТ1-1	250
	08Х13, 20Х13	300
	ВСтЗсп5, сталь 10, 20	350
	15ГС, 16ГС	400
	12ХМ, 15ХМ, 1Х2М, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф	500
	1Х12В2МФ	550
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 04Х18Н10, 04Х18Н10Т,	600
	12Х18Н12Т, 10Х17Н13М2Т, 09Х16Н15М3Б	
	ВСтЗсп5, сталь 10, 15, 20, 22к	350
	14Х17Н2	400
Поковки	35Х, 40Х, 12ХМ, 15ХМ, 1Х2М, 12Х1МФ,	500
	20ХМА, 15ГНМФА	
	13Х2МФА, 15Х2МФА, 25Х1МФ, 25Х2МФА*,	500
	25Х3МФА*	
	20ХМ, 3ХГСА	530
	45Х14Н14В2М	550
	08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т	600
	15Л, 20Л, 25Л, 20ГСЛ	350
	20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15ХМ1ФЛ	500
	10Х18Н9ТЛ, 10Х18Н12М3ТЛ	600
Крепежные детали	20Х13	300
	Сталь 30, 35, 40, 45, 14Х17Н2	350
	20Х, 30Х, 40Х, 30ХМА, 30ХМ, 35Х, 35ХМ,	500
	25Х1МФ	
	20Х2МФА, 25Х3МФА, 20ХМФБР, 25Х3М1ФА,	500
	2Х12ВМБФР, 2Х12ВНМФ	
	12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т	550
	08Х18Н10Т, ХН35ВТ, 45Х14Н14В2М, ХН35ВТЮ	600
	14Х17Н2	350
	12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т	600
Сортовой прокат		

* Для несварных конструкций.

рах (временное сопротивление разрыву — предел прочности при разрыве, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение, характеристики ползучести, длительной прочности, длительной пластичности, сопротивления циклическому и хрупкому разрушению). Для стали аустенитного класса должны быть, кроме того, представлены данные по стойкости к межкристаллитной коррозии.

Качество и свойства материалов и полуфабрикатов должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий и быть подтверждены сертификатами заводов-поставщиков. В сертификате должен быть указан также режим термообработки, которой был подвергнут полуфабрикат на заводе-поставщике.

Завод-изготовитель арматуры должен осуществлять входной контроль качества материалов и полуфабрикатов, поступающих для изготовления арматуры, по номенклатуре и в объеме устанавливаемых в технических условиях на изготовление арматуры.

Материалы и полуфабрикаты из стали аустенитного класса подлежат проверке на склонность к межкристаллитной коррозии.

На материалы и полуфабрикаты, предназначенные для изготовления, монтажа и ремонта арматуры, наносится отличительная маркировка, которая должна оставаться до полного изготовления изделия. Материалы маркируются любым способом, не влияющим на работоспособность детали. Маркировка должна позволять определить марку материала и номер плавки (садки).

В табл. 1.6 перечислены методы контроля, которым должны подвергаться заготовки для изготовления деталей арматуры различных классов и групп качества арматуры по условиям эксплуатации.

Таблица 1.6. Объем контроля материала заготовок основных деталей арматуры АЭС

Вид испытаний материала	Класс и группа арматуры					
	1	2А	2Б	3А	3Б	3В
Химический анализ	+	+	+	+	+	+
Контроль макроструктуры	+	+	+	+	+	+
Испытание на растяжение при комнатной температуре	+	+	+	+	+	+
Испытание на растяжение при повышенной температуре	+	+	(+)	(+)	—	—
Испытание на ударную вязкость	+	+	—	+	—	—
Контроль на отсутствие склонности к межкристаллитной коррозии	+	+	+	+	+	+
Контроль на содержание неметаллических включений перлитных сталей	+	+	—	—	—	—
Контроль качества термообработки	+	+	+	+	+	+
Ультразвуковой контроль (кроме отливок)	+	+	+	+	—	—
Контроль проникающей жидкостью или магнитно-порошковая дефектоскопия	+	+	(+)	—	—	—
Контроль содержания феррита в сталях аустенитного класса	+	—	—	—	—	—
Испытания на изгиб	(+)	—	—	—	—	—
Контроль твердости отливок	(+)	—	—	—	—	—
Контроль просвечиванием (проникающим излучением)	(+)	(+)	(+)	(+)	—	—

Примечание. + — обязательный контроль; (+) — контроль только для отливок; — — необязательный контроль.

По результатам ультразвукового контроля заготовки разбраковываются следующим образом.

Не допускаются протяженные дефекты и участки, в которых при рабочей чувствительности пропадает донный эффект (при контроле нормальным искателем).

Для сталей марок 08X18H10T, ХН35ВТ, 14Х17Н2 нормы разбраковки зависят от толщины заготовки. При толщине заготовки до 100 мм включительно фиксируются дефекты эквивалентной площадью более 15 мм² на любом квадратном участке площадью 100 см². Сумма эквивалентных площадей всех зафиксированных дефектов не должна превышать 50 мм². При толщине от 100 до 200 мм фиксации подлежат дефекты эквивалентной площадью более 10 мм². Точечные дефекты эквивалентной площадью более 20 мм² не допускаются. На любом квадратном участке поверхности площадью 200 см² сумма эквивалентных площадей всех зафиксированных дефектов не должна превышать 100 мм², при этом число точечных дефектов эквивалентной площадью 15—20 мм² не должно быть более трех. На любом квадратном участке детали площадью 1 м² сумма эквивалентных площадей всех зафиксированных точечных дефектов не должна превышать 300 мм².

При толщине заготовки от 250 до 400 мм фиксации подлежат дефекты эквивалентной площадью более 10 мм². Точечные дефекты эквивалентной площадью более 30 мм² не допускаются. На любом квадратном участке поверхности площадью 300 см² сумма эквивалентных площадей всех зафиксированных точечных дефектов не должна превышать 200 мм², при этом число точечных дефектов эквивалентной площадью 25—30 мм² не должно быть более трех. На любом квадратном участке детали площадью 1 м² сумма эквивалентных площадей всех зафиксированных точечных дефектов не должна превышать 400 мм².

В связи с непрерывным совершенствованием процессов, выполняемых на АЭС, и повышением требований, предъявляемых к арматуре, разрабатываются и используются новые материалы для деталей оборудования станций, в том числе и для деталей арматуры. К новым материалам в целях обеспечения надежности предъявляется определенный комплекс требований в отношении значений прочностных характеристик.

Для новых материалов определяются следующие характеристики механических свойств в пределах температур, для которых рекомендуется этот материал: временное сопротивление разрыву (предел прочности), предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение, относительное равномерное сужение, ползучесть, длительная прочность, циклическая прочность (для циклически нагруженных элементов), критическая температура хрупкости (по данным испытаний образцов типа IV по ГОСТ 6996—66 и ГОСТ 9454—60), сдвиг критической температуры хрупкости в результате старения и циклической усталости, длительная пластичность. Номенклатура и объемы определения указанных характеристик устанавливаются для каждого материала в зависимости от рекомендуемых температур и условий его эксплуатации. Механические свойства, определяемые первыми четырьмя из перечисленных характеристик (σ_B , σ_T , δ , ψ соответственно) должны быть исследованы в температурном интервале от 20° С до температуры, не менее чем на 50° С превышающей максимальную рекомендуемую рабочую температуру. Ударная вязкость a_H должна быть исследована в интервале от критической температуры хрупкости материала до температуры, указанной выше.

Материалы, предназначенные для работы при высоких температурах, должны иметь экспериментальные данные о ползучести и длительной прочности, позволяющие осуществлять экстраполяцию кривых до 100 000 ч.

На свариваемые материалы должны быть представлены данные, характеризующие свойства выполненных по рекомендуемой технологии сварных соединений. Сварные соединения подвергаются тем же испытаниям и исследованиям, что и основной материал. Испытания механических свойств сварных соединений следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 6996—66.

Должны быть представлены также следующие сведения о физико-механических свойствах материалов: модуль упругости при различных температурах, средний коэффициент теплового расширения в соответствующих интервалах

температур и коэффициент теплопроводности при соответствующих температурах.

Ниже рассмотрены основные конструкционные материалы, применяемые при изготовлении главных деталей арматуры для АЭС.

Углеродистые конструкционные стали. Они подразделяются на углеродистую конструкционную сталь обыкновенного качества, изготавливаемую по ГОСТ 380—71 (не распространяется на бессемеровскую сталь), и на качественную конструкционную сталь, изготавливаемую по ГОСТ 1050—74. Первая подразделяется еще на три группы: А — с гарантированными механическими характеристиками после горячей прокатки; Б — с гарантированным химическим составом; В — с гарантированными механическими характеристиками и химическим составом.

Стали группы А применяются для неответственных деталей и распространены значительно шире, чем стали группы Б и В, которые используются для более нагруженных деталей. Сталь каждой группы подразделяется на категории в зависимости от нормируемых показателей: в группе А — на 1, 2, 3; Б — на 1 и 2; В — на 1, 2, 3, 4, 5, 6. В обозначении марки буквы Ст — сталь цифры от 0 до 6 — условный номер марки, буквы Б и В — группы (ставятся впереди). Номер категории ставится в конце обозначения при заказе материала. Первая категория и группа А в обозначении не указываются. Сталь всех групп с номерами марок 1—4 по степени раскисления изготавливают кипящей (кп), полуспокойной (пс) и спокойной (сп). Стали с номерами марок 4 и 6 изготавливают полуспокойной и спокойной. Стали марок СтО и БСтО по степени раскисления не подразделяются. Если степень раскисления стали не указывается, номер категории в обозначении отделяют знаком тире, например Ст3—2. Полуспокойная сталь с повышенным содержанием марганца имеет в обозначении букву Г (например, ВСт3Гпс).

Углеродистая качественная конструкционная сталь изготавливается по ГОСТ 1050—74 в виде проката и поковок. Она подразделяется на две группы: группу I — с нормальным и группу II — с повышенным содержанием марганца. Образцы выпускаемой стали подвергаются механическим испытаниям. В обозначении марки двузначное число указывает среднее содержание углерода в сотых долях процента, буквы кп — кипящую сталь, Г — повышенное содержание марганца (для сталей группы II). Углеродистая сталь обыкновенного качества в промышленной арматуре применяется при температуре рабочей среды до 425° С, а качественная углеродистая сталь (ГОСТ 1050—74) — до 455° С. В арматуре для АЭС углеродистая сталь обыкновенного качества и качественная применяются при температуре до 350° С.

Углеродистая сталь обыкновенного качества марок ВСт3сп, ВСт3пс и Ст5сп служит для изготовления из проката или поковок корпусов, крышек.

Конструкционная углеродистая качественная сталь применяется для изготовления из проката или поковок следующих деталей:

Марка стали	10, 30	20, 25	35	40
Наименование деталей	Гайки	Корпуса, фланцы, крышки, золотники, втулки	Крышки, шпильки	Шпиндели, шпильки

Механические характеристики углеродистых сталей (проката, поковок) приведены в табл. 1.7.

Поковки из углеродистой качественной стали изготавливаются в соответствии с ГОСТ 8479—70, который распространяется на поковки из углеродистой и легированной сталей, изготавливаемые методом свободнойковки и горячей штамповки. Поковки подразделяются на пять групп в зависимости от объема и методов контроля механических свойств и условий комплектования партий.

Группа I — испытания механических свойств не проводят, поковки изготавливают из стали одной марки.

Группа II — определяют твердость *HВ* образцов от одной партии, поковки изготавливают из стали одной марки и совместно подвергают термической обработке.

Таблица 1.7. Механические характеристики углеродистых сталей (проката, поковок) при температуре 20° С

Марка стали	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	$\frac{a_H}{H \cdot M/CM^2}$	HB
ВСтЗсп, ВСтЗпс	200	400	26	55	65	111—156
Ст5пс	250	480	22	48	80	143—179
10	210	340	31	55	—	137
20	200	400	26	55	60	—
25	220	440	20	48	50	123—167
30	300	500	21	50	50	140—215
35 (крышки)	260	500	18	42	35	137—179
35 (шпильки и шпиндели)	320	540	20	45	60	163
40 (то же)	350	600	12	30	40	174
45	360	610	16	40	50	—

Группа III — определяют твердость HB каждой поковки, поковки изготовляют из стали одной марки и подвергают термической обработке по одному режиму.

Группа IV — определяют твердость HB каждой поковки и механические характеристики σ_T , ψ и a_H образцов от партии; поковки изготовляют из металла одной плавки и совместно подвергают термической обработке.

Группа V — определяют твердость HB и механические характеристики σ_T , ψ , a_H каждой поковки, каждая поковка принимается индивидуально.

По механическим характеристикам поковки подразделяются на категории прочности (КП). После букв КП ставится цифра, соответствующая пределу текучести металла в кгс/мм². При увеличении диаметра или толщины поковки требования к пластическим свойствам материала снижаются. Механические характеристики поковки из углеродистых и легированных сталей приведены в ГОСТ 48479—70. Чтобы обеспечить получение поковок с необходимыми механическими свойствами, следует выбрать соответствующую марку стали.

Отливки из углеродистой стали по ГОСТ 977—75 подразделяются на три группы: группа I — обычного назначения; группа II — ответственного назначения; группа III — особо ответственного назначения. Отливки группы I подвергаются наружному осмотру, размеры контролируются, твердость по Бринелю определяется лишь по требованию заказчика. У отливок группы II определяются предел текучести и относительное удлинение; у отливок группы III — предел текучести, относительное удлинение и ударная вязкость. Отливки групп II и III проверяются по химическому составу, а у отливок группы I — лишь содержание серы и фосфора. Отливки всех групп по требованию заказчика проходят дополнительно специальный вид контроля: испытание гидравлическим давлением, дефектоскопию и пр.

Для изготовления деталей арматуры применяются углеродистые стали 20Л и 25Л. Наиболее широко используется сталь марки 25Л-II, она применяется при давлениях $p_y \leq 6,4$ МПа. Для работы в условиях $p_y \leq 20$ МПа, когда требуется гарантировать определенные показатели ударной вязкости, применяется сталь 25Л-III.

Легированные стали. Они могут быть низко-, средне- и высоколегированными.

Высоколегированные стали и сплавы согласно ГОСТ 5632-72 по коррозионной и теплостойкости подразделяются на три группы.

Группа I — коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали, обладающие стойкостью против электрохимической коррозии (атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой, морской и др.).

Группа II — жаростойкие (окалиностойкие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температурах выше 550°С и работающие в ненагруженном или слабонагруженном состоянии.

Группа III — жаропрочные стали и сплавы, работающие в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной окалиностойкостью.

Сплавы изготавливаются на железоникелевой, никелевой или кобальтовой основе. К сталям условно отнесены сплавы с содержанием железа более 45 %.

Высоколегированные стали по структурным признакам подразделяются на следующие шесть классов: мартенситный, мартенситно-ферритный (не менее 5—10% феррита), ферритный, аустенитно-мартенситный, аустенитно-ферритный (феррита более 10 %) и аустенитный. В арматуростроении применяются главным образом стали мартенситного, ферритного и аустенитного классов. Стали аустенитного класса обладают высокими пластическими свойствами, коррозионно-стойки, немагнитны.

В табл. 1.8 приведены марки стали и сплавов, рекомендуемых ЦКБА для энергетической арматуры АЭС. В табл. 1.9 и 1.10 приведены марки материалов, которые применяют зарубежные фирмы для изготовления узлов и деталей арматуры для АЭС, а в табл. 1.11 — химический состав материалов этих марок. Механические характеристики легированных сталей, применяемых в арматуростроении, приведены в табл. 1.12—1.14. В обозначениях марок стали буквы обозначают: А — азот, Б — ниобий, В — вольфрам, Г — марганец, Д — медь, Е — селен, К — кобальт, М — молибден, Н — никель, Р — бор, С — кремний,

Таблица 1.8. Стали и сплавы, рекомендуемые ЦКБА для энергетической арматуры

Теплоноситель			Материал		
Наименование	Рабочее давление, МПа	Рабочая температура, °С, не более	Корпусные детали	Шпиндели, штоки, плунжеры, золотники	Наплавка уплотнительных колец
Пар, техническая вода	6,4	350	20, 20Л-III, 25Л-II, 25Л-III, 22к	35, 20Х13	ЦН-6; ЦН-6Л; ЦН-6М; ЦН-12М
	10,0	510	20ХМЛ	ХН35ВТ**	—
	22,5	565	12Х1МФ	ХН35ВТ**	—
	23,0	600	10Х18Н9ТЛ* 08Х18Н10Т*	08Х18Н10Т* ХН35ВТ**	ВЗК
Дистиллят, пароводяная смесь, азот, воздух, дистиллят с примесью борной кислоты до 35 мг/л Гелий	22,5	350	10Х18Н9ТЛ 08Х18Н10Т 10Х18Н12М2ТЛ	08Х18Н10Т ХН35ВТ** 10Х17Н13М2Т	ВЗК; ЦН-6; ЦН-6М; ЦН-6Л; ЦН-12М
	10,0	600	12Х18Н9Т 08Х18Н10Т	12Х18Н9Т 08Х18Н10Т ХН35ВТ**	ВЗК
	12,0	750	ХН60В ХН70ВМЮТ	ХН60В ХН70ВМЮТ	—

* Для сварных деталей пригодны при рабочей температуре среды не выше 350°С.

** При применении для штоков и шпинделей рекомендуется упрочнение, например азотирование.

Наименование деталей	Роквелл (США)	Велан (Канада)	Зульцер (Швейцария)	Исполнение по материалу основных деталей			Диккерс (Голландия)	Бабкокк (ФРГ)
	у*	у	К*	у	К	у	К	К
	у*	у	К*	у	К	у	К	К
Корпус, крышка	A216WCB	A105Gr11	A182F316	CK-25	GX6CrNiMo— 1910	A216WCB или C22	A351CF8M или A182F316	X10CrNiTi189
Седла, клинья (диски)	A182Gr11	—	A182F316L (с пониженным содержанием С для облегчения наплавки)	10CrMo910	X5CrNiMo— 1812	A382F316		X10CrNiNb189
Шпиндель	17-4PH	17-4PH		X35CrMo17		13Cr1Mo		X22CrNi17
Шпильки	A540GrB23	A193B7	17-4PH	21CrMoV511		A193B7		24CrMo5
Гайки	A194Gr7	A194Gr2H	A-453	21CrMoV511		A193B7		G35
Резьбовая втулка	—	A108C.S.1020		—		B148Gr9C или		34CrAlNi7
Наплавка на уплотни- тельных по- верхностях	Стеллит 6	Стеллит 6		Стеллит 6		Стеллит 6		Колмоной

* Условные обозначения материала: У — углеродистая сталь, К — коррозионно-стойкая сталь.

Таблица 1.10. Механические характеристики материалов, применяемых для изготовления основных деталей арматуры АЭС зарубежными фирмами

Обозначение сталей по стандартам ФРГ	Марка сталей по стандартам DIN (ФРГ)	Аналогичная марка по стандартам ASTM (США)	Механические характеристики				
			σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	$\frac{a_{H'}}{H \cdot M}$ см ²	σ_T при $t = 350^\circ \text{C}$, МПа
GX 6 Cr Ni Mo 1810	1.4408	A351CF8M	450—650	190	20	100	100 (300 °C)
G X 10 Cr Ni Mo 189	1.4410	A351CF8M	450—650	190	20	80	110 (300 °C)
G X 7 Cr Ni Nb 189	1 4552	A351CF8C	450—650	180	20	80	125
G X 10 Cr Ni 188	1.4312	A351CF8	450—650	180	20	80	110 (300 °C)
GS—C 25	1.0619	A216WCB	450—600	250	22	50	155
X 5 Cr Ni Mo 1810	1.4401	A182F316	500—700	210	45	200	125
X 5 Cr Ni Mo 1812	1.4436	A167F316	500—700	210	45	200	125
X 10 Cr Ni Ti 189	1.4541	A182F321	500—750	210	40	150	135
X 10 Cr Ni Nb 189	1.4550	A182F347	500—750	210	40	150	135
X 12 Cr Ni 188	1 4300	A182F304	500—700	220	50	200	—
C 22	1.0402	A105GrI или II	500—650	300	22	—	—
15 Mo 3	1.5415	A182F1	440—530	270	21	60	190
10 Cr Mo 910	1.7380	A182F22	450—600	270	20	50—70	220
X 22 Cr Ni 17	1.4057	A276Gr431	800—950	600	14	50	430
X 20 Cr 13	1.4021	A182F6	650—800	450	18	80	340
X 35 Cr Mo 17	1.4122	—	800—950	600	—	—	—
C 35	1.0501	A194Gr2H	500—600	280	22	60	170
24 Cr Mo 5	1.7258	A336F36	600—750	450	18	80	340
21 Cr Mo V 511	1.8070	—	700—850	550	17	80	470

Т — титан, X — хром, Ф — ванадий, Ю — алюминий. Буква А, обозначающая азот, в конце марки не ставится. В обозначениях марок сталей цифры указывают среднее содержание (в процентах) элемента, за буквой обозначения которого стоит цифра. Содержание элементов, присутствующих в стали в малых количествах (бор, азот, титан), цифрой не обозначаются. Цифры перед буквенным обозначением указывают содержание углерода в стали в сотых долях процента. Название марок сплавов состоит только из буквенных обозначений элементов, и только после никеля указываются цифры, обозначающие его среднее содержание в процентах.

В связи с тем что в конструкциях арматуры применяется целый ряд марок коррозионно-стойких сталей аустенитного класса (08X18H10T, 12X18H9T и др.), имеющих общую область применения, последующие ссылки на коррозионно-стойкую сталь марки 08X18H10T символизируют группу всех вышеуказанных сталей.

Так как на АЭС применяются различные растворы (кислоты, щелочи, их различные композиции, комплексоны и т. п.) в процессе подготовки воды, очистки и дезактивации оборудования и др., в химических цехах электростанций действуют вспомогательные линии, оснащенные арматурой. При выборе материала для такой арматуры необходимо учитывать химическую активность транспортируемой среды, ее химический состав, концентрацию и температуру. Различные сочетания этих параметров и скорости среды дают различные результаты

Таблица 1.11. Химический состав материалов, применяемых для изготовления основных деталей арматуры АЭС зарубежными фирмами

Обозначение сталей по стан- дартам ФРГ	Марка стали по DIN (ФРГ)	Аналогичная марка по стандартам ASTM (США)	Химический состав, %								Ta, Nb, Ti и др.
			C (не более)	Si	Mn	P (не более)	S (не более)	Cr	Mo	Ni	
GX6CrNiMo1810	1.4408	A351CF8M	0,07	2,0	1,5	0,045	0,03	17—19,5	2—2,5	10—12	—
GX10CrNiMo189	1.4410	A351CF8M	0,12	2,0	1,5	0,045	0,03	17—19,5	2—2,5	9—11	—
GX7CrNiNb189	1.4552	A351CF8C	0,08	1,5	1,5	0,045	0,03	17,5—20,0	—	—	—
GX10CrNi188	1.4312	A351CF8	0,12	2,0	1,5	0,045	0,03	17—19,5	—	—	—
GS—C25	1.0619	A216WCB	0,18—0,23	0,3—0,5	0,5—0,8	0,05	0,05	≤0,3	—	—	—
X5CrNiMo1810	1.4401	A182F316	0,07	1,0	2,0	0,045	0,03	16,5—18,5	2—2,5	10,5—13,5	—
X5CrNiMo1812	1.4436	A167F316	0,07	1,0	2,0	0,045	0,03	16,5—18,5	2,5—3,0	12—14,5	—
X10CrNiTi189	1.4541	A182F321	0,1	1,0	2,0	0,045	0,03	17—19	—	9—11,5	Ti ≥ 5×%C
X10CrNiNb189	1.4550	A182F347	0,1	1,0	2,0	0,045	0,03	17—19	—	9—11,5	Nb ≥ 8×%C
X12CrNi188	1.4300	A182F304	0,12	1,0	2,0	0,045	0,03	17—19	—	8—10	—
C22	1.0402	A105Gr1 или II	0,18—0,25	0,15—0,35	0,3—0,6	0,045	0,045	—	—	—	—
15Mo3	1.5415	A182F1	0,12—0,2	0,15—0,35	0,5—0,8	0,04	0,04	—	0,25—0,35	—	—
10CrMo910	1.7380	A182F22	0,15	0,15—0,5	0,4—0,6	0,04	0,04	2—2,5	0,9—1,1	—	—
X22CrNi17	1.4057	A276Gr431	0,17—0,25	1,0	1,0	0,045	0,03	16—18	—	1,5—2,5	—
X20Cr13	1.4021	A182F6	0,17—0,22	1,0	1,0	0,045	0,03	12—14	—	—	—
X35CrMo17	1.4122	—	0,3—0,4	≤1,0	≤1,0	0,04	0,03	15,5—17,5	1,0—1,3	—	—
17-4PH	—	—	0,07	≤1,0	≤1,0	0,04	0,03	15,5—17,5	—	3,0—5,0	Nb, Ta 0,25—0,4 Cr3—4
C35	1.0501	A194Gr2H	0,32—0,4	0,15—0,35	0,4—0,7	0,045	0,045	≤0,5	—	—	—
24CrMo5	1.7258	A330F36	0,2—0,28	0,15—0,35	0,5—0,8	0,035	0,035	0,9—1,2	0,2—0,3	≤0,6	—
21CrMoV511	1.8070	—	0,17—0,25	0,3—0,6	0,3—0,5	0,035	0,035	1,2—1,5	1,0—1,2	≤0,6	0,25—0,35

Таблица 1.12. Механические характеристики легированных конструкционных сталей, применяемых для деталей арматуры*

Марка стали	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	a_H , Н·м/см ²	Марка стали	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	a_H , Н·м/см ²
12Х1МФ	260	480	21	55	100	40Х	800	1000	10	45	60
15ХМ	280	450	21	55	120	18Х2Н4ВА	800	1050	12	50	120
20ХНЗА	750	950	12	55	100	38ХМЮА	850	1000	14	50	90
25Х1МФ	750	900	14	50	60	38ХВФЮ	850	1000	10	45	80
30ХМ	750	950	11	45	80	30ХГСА	850	1100	10	45	50
35Х	750	950	11	45	70	40ХНМА	850	1000	12	55	100
35ХМА	850	1000	12	45	80						

* Механические характеристики приведены для образцов в термически обработанном виде.

Таблица 1.13. Механические характеристики металла основных деталей (детали корпуса, крышки, диски, шпиндели)

Марка стали	t , °С	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	a_H , Н·м/см ²	Наибольшая толщина сечения заготовки*, мм
20Х13	20	800	550	12	45	60	100
	325	550	400	—	—	—	—
14Х17Н2	20	800	580	14	50	90	60
	325	—	560	—	—	—	60
08Х18Н10Т	20	500	200	40	55	—	60
	325	360	180	—	—	—	60
ХН35ВТ	20	750	400	15	35	60	60
	325	—	390	—	—	—	60

* Для сечений толщиной, превышающей указанное значение, допускается снижение механических характеристик в соответствии с ОСТ 26-07-1237—75 и ГОСТ 8479—70.

Таблица 1.14. Механические характеристики материалов отливок, применяемых для деталей арматуры (корпуса, крышки, диски)

Марки стали	t , °С	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	a_H , Н·м/см ²
10Х18Н9ТЛ	20	450	200	25	32	60
	325	360	180	—	—	—
20Л-III	20	420	220	22	35	50
	325	—	160	—	—	—
25Л-III	20	450	240	19	30	40
	325	—	160	—	—	—

по стойкости материалов, поэтому коррозионная стойкость стали в требуемых условиях должна определяться экспериментально.

Корпусные детали арматуры малых размеров изготавливаются из проката, штамповок или поковок. Малогабаритные корпуса изделий, выпускаемых серийно (запорные вентили), изготавливаются цельноштампованными. Этим обеспечиваются высокие производительность, технологичность, механические характеристики и плотность металла.

Для изготовления крупногабаритных корпусных деталей (корпуса, крышки, фонари, бугели, диски и др.) применяются различные способы. Крупногабаритные литые детали трудно получить одинаково высокой прочности во всех сечениях без рыхлостей, раковин и других дефектов, поэтому достаточно широко применяются и сварно-литые и штампо-сварные конструкции, в которых детали получают путем сварки отдельных элементов простой формы в одну деталь сложной формы. Таким путем получают детали повышенной прочности и создают возможность тщательного контроля свойств материала, что повышает надежность конструкции. В качестве заготовок для элементов корпусов задвижек используются штамповки, литые или отрезки труб.

В целях получения высококачественных отливок в арматуростроении для заготовок ответственных корпусных деталей применяется электрошлаковая выплавка, в связи с чем используются такие марки, как 08Х18Н10ТШ, 09Х16Н4БШ, Х32Н8Ш, ЭИ654Ш. При необходимости применения металла высокой плотности используются стали марок 0Х18Н10ТВД, Х32Н8ВД и другие, получаемые методом вакуумно-дуговой переплавки.

Известно, что одной из причин нарушения герметичности сальника может быть коррозия шпинделя. Проведенные исследования показали, что в зоне сальниковой камеры имеет место электролитическая коррозия. В процессе транспортировки, хранения и монтажа арматуры можно избавиться от электролитической коррозии поставкой арматуры с вынутым, отдельно упакованным сальником. Электролитическая коррозия протекает очень быстро и представляет большую угрозу работоспособности арматуры в целом.

Для исключения электролитической коррозии необходимо подбирать такие сочетания материалов шпинделя и крышки (в которой расположен сальник), которые имели бы минимальную разность потенциалов. Существенное влияние оказывает электропроводность сальниковой набивки и содержание хлоридов в ней. Эксперименты показали, что при разности напряжений между шпинделем и крышкой от 30 до 40 мВ и сопротивлении набивки от 200 до 400 Ом электролитической коррозии не наблюдается, тогда как при напряжениях больше 150 мВ коррозия имеет место при любых набивках.

Для повышения износостойкости и коррозионной стойкости поверхности шпинделей подвергают азотированию или химическому никелированию и полируют. Некоторые зарубежные фирмы поверхности шпинделя, соприкасающиеся с сальниковой набивкой, наплавляют стеллитом. Плунжеры дросселирующих вентилей и регулирующих клапанов помимо коррозионной стойкости должны обладать высокой стойкостью против щелевой (размыв поверхности материала детали струей влажного пара, движущегося с большой скоростью через щель) и противоударной эрозии (разрушение поверхности материала детали, вызываемого точечными ударами капель воды, движущихся с большой скоростью). Стойкими против эрозии являются кобальтовые стеллиты, титановые сплавы и коррозионно-стойкие стали аустенитного класса.

Материалы крепежных деталей (болтов, шпилек, гаек) для соединения фланцев из аустенитной стали должны выбираться из сталей того же класса, что и фланцы. Применение крепежных деталей из материалов с различными коэффициентами линейного расширения допускается при рабочей температуре не более 50°C или когда работоспособность конструкции подтверждена расчетом или экспериментальными данными.

Гайки и шпильки должны иметь различную твердость с разницей не менее 20—30 ед. *НВ*. Эти различия могут быть достигнуты как выбором различных материалов, так и применением различной температуры отпуска крепежной стали.

Цветные металлы. В трубопроводной арматуре из цветных сплавов наибольшее применение имеют бронзы, значительно реже используются никель и никелевые сплавы, титановые сплавы.

Из бронзы изготавливаются ходовые гайки, подшипники, направляющие втулки, венцы червячных колес, а также пружины, работающие в коррозионной среде и электромагнитном поле. Наиболее широко применяются безоловянная бронза Бр.АЖМц10-3-1,5 для изготовления ходовых гаек, работающих при температуре до 250°C, и Бр.АЖН10-4-4 для ходовых гаек, работающих при температуре до 350°C.

Никель (НП-1) применяется для изготовления прокладок, а сплавы с высоким содержанием никеля используются для изготовления деталей арматуры на высокие параметры среды (до температуры 400°C).

Сплавы повышенной стойкости. Герметичность перекрытий арматуры и надежная работа уплотнительных колец запорного органа во многих случаях выдвигаются в качестве главных требований к арматуре ответственных систем. Они могут быть удовлетворены лишь при условии, что материал уплотнительных колец в заданных условиях эксплуатации обладает износостойкостью, коррозионной и эрозийной стойкостью, а также возможно малым коэффициентом трения между уплотнительными кольцами и отсутствием схватывания (задиранья) поверхностей, что особенно важно для задвижек.

Материал, обладающий всеми перечисленными качествами, пока не найден. Углеродистые стали имеют низкую коррозионную стойкость. Коррозионно-стойкие аустенитные стали легко задираются; стеллиты менее склонны к задиранию, чем аустенитные при высокой температуре, но обычно содержат значительное количество кобальта. Продукты износа стеллитов, попадая в среду первого контура, загрязняют его радиоактивностью, что в некоторых случаях недопустимо. В связи с этим поиски материала для наплавки уплотнительных колец продолжают и, главным образом, в направлении создания бескобальтовых стеллитов. Уплотнительные кольца арматуры из углеродистой, легированной и коррозионно-стойкой стали могут наплавляться коррозионно-стойкой сталью, а энергетическая арматура для высоких параметров пара, работающая в условиях возможной эрозии уплотнительных колец, наплавляется сплавами повышенной стойкости в основном на железоникелевой основе.

Наиболее часто применяемые сплавы повышенной стойкости для наплавки уплотнительных колец трубопроводной арматуры приведены в табл. 1.15.

Прокладочные, набивочные и смазочные материалы. Для изготовления прокладок применяются как неметаллические материалы, так и металлы. В подавляющем большинстве конструкций арматуры устанавливаются прокладки из паронита и фторопласта (табл. 1.16). Металлические прокладки используются для ответственных узлов и при тяжелых условиях работы арматуры (высокой температуры, высокого давления и т. п.), но они требуют значительно больших усилий затяжки соединения, чем мягкие прокладки. Из неметаллических материалов в энергетической арматуре наибольшее применение получил паронит.

Таблица 1.15. Сплавы повышенной стойкости, применяемые для наплавки уплотнительных колец арматуры

Марка электрода или сплава	Предельная температура, °C
ВЗК	600
ХН80СР2	565
ЦН-6	350
ЦН-12М	350
УОНИ	200
13/Н1-БК	

Таблица 1.16. Неметаллические материалы для изготовления прокладок

Материал	Среда	Предельная температура, °C
Паронит	Воздух, пар, растворы щелочей, водород	450
Фторопласт-4	Коррозионные и агрессивные среды, газы	200
ФУМ (фторопластовый уплотнительный материал)	Коррозионные и агрессивные среды	150

Листовой паронит (ГОСТ 481—71) изготавливается из смеси асбестовых волокон (60—70 %), растворителя, каучука (12—15 %), минеральных наполнителей (15—18 %) и серы (1,5—2 %) путем вулканизации и вальцевания под большим давлением. Теплостойкость паронита зависит от количества в нем резины. Паронит — универсальный прокладочный материал и используется в арматуре для насыщенного и перегретого пара, горячих газов и воздуха, растворов щелочей и слабых растворов кислот при температуре до 450°C. Коэффициент трения паронита по металлу $\mu = 0,5$.

Упругость паронита невелика. При контактном давлении свыше 32 МПа все неплотности в материале устраняются. Релаксация напряжений в период, ближайший после затяга, значительна. Чтобы улучшить плотность и увеличить сопротивление распуру прокладки средней, на уплотняющих поверхностях соединения обычно создают две-три узкие канавки треугольного сечения, в которые паронит вдавливаются под действием усилия затяга. Такие канавки делаются и при использовании других неметаллических прокладок. Листы паронита изготавливаются толщиной до 6,0 мм. Прокладку целесообразно применять возможно более тонкую, но толщина ее должна быть достаточной для уплотнения при данной шероховатости обработанных поверхностей и площади уплотнения.

В последнее время для арматуры с температурой рабочей среды до 200°C часто применяются прокладки из фторопласта-4. Контактное давление при $t = 20^\circ\text{C}$ до 54,0 МПа. Для соединений с прокладками из фторопласта-4 после сборки и суточной выдержки требуется повторная подтяжка.

В арматуре АЭС для уплотнения соединения корпуса с крышкой находят применение спирально навитые прокладки из стальной коррозионно-стойкой ленты с прослойкой между витками асбеста (табл. 1.17).

Таблица 1.17. Спирально навитые прокладки и области их применения (СТО 26-02-399—72)

Среда	Параметры среды		Материал	
	p , МПа (не более)	t , °C (не выше)	ленты	наполнителя
Пар, вода	25	450	08X18H10T	Паронит 1П-1
Кислоты, щелочи и т. п.	1,6	250	08X18H10T	Паронит КП-2
Пар, сухие газы	25	600	08X18H10T	Бумага асбестовая АРБ-3
Любая	10	250	10X17H13M2T	Лента из фторопласта-4

Металлические прокладки изготавливаются в виде плоских колец прямоугольного сечения из листового материала или в виде колец фасонного сечения из труб или поковок. К последним относятся прокладки сечением в виде овала, расположенного параллельно оси прокладки, и гребенчатые прокладки, имеющие сечение прямоугольника с треугольными выступами в виде гребенки. Помимо этого изготавливаются комбинированные прокладки, состоящие из мягкой сердцевины (асбеста или паронита), облицованной листовым материалом из алюминия, малоуглеродистой стали или коррозионно-стойкой стали 08X18H10T или 10X18H10T.

Достоинства металлических прокладок следующие: достаточная герметичность при высоких давлениях и температурах среды; коэффициент линейного расширения близок к коэффициенту линейного расширения материала фланца и шпилек или болтов; возможность повторных использований после ремонта. К недостаткам следует отнести: необходимость создания больших усилий для обеспечения герметичности соединения; относительно низкие упругие свойства; значительная релаксация напряжения и относительно высокая стоимость изго-

Таблица 1.18. Металлы, применяемые для изготовления прокладок

Наименование	Марка	Среда	Предельная температура, °С
Коррозионно-стойкая сталь	08X18H10T 12X18H10T	Водяной пар, коррозионные среды	600
Никель	НП-1	Водяной пар, окислительные среды	400
Монель-металл	НМЖМц28-2,5-1,5	Морская вода, коррозионные среды, водяной пар	800

товления. В табл. 1.18 приведены некоторые сведения о металлах, применяемых для изготовления прокладок арматуры АЭС.

Сальник в трубопроводной арматуре препятствует проходу рабочей среды в атмосферу через зазор в подвижном соединении шпинделя с крышкой. Во многих случаях неудовлетворительная работа арматуры связана с плохим техническим состоянием сальника, поэтому материал набивки сальника должен выбираться обоснованно. Материал должен обладать следующими свойствами: иметь высокие упругость, физическую стойкость при рабочей температуре, химическую стойкость против действия рабочей среды, износостойкость и возможно малый коэффициент трения. В качестве набивочных материалов в отечественной арматуре для АЭС в основном применяются асбест с графитом, асбест с фторопластом, фторопласт и некоторые другие материалы. Наиболее часто используются асбестовый плетеный шнур квадратного или круглого сечения. Целесообразно применение набивки из заранее приготовленных и отформованных колец. В арматуре первого (реакторного) контура с жидкометаллическим теплоносителем применение набивок, содержащих графит, недопустимо, так как последний, попадая в жидкий натрий, вызывает при высокой температуре науглероживание металла оборудования контура, способствуя его охрупчиванию.

В США, например, в качестве сальниковых набивок в арматуре АЭС с реакторами, охлаждаемыми водой, применяют набивку из чистой асбестовой пряжи с сердечником из инконелевой проволоки. В целях повышения смазочных свойств набивку пропитывают графитом, а для предотвращения коррозии шпинделя в нее в качестве ингибитора добавляют окись цинка. Для повышения герметичности набивку предварительно опрессовывают давлением 70—105 МПа и после укладки в сальниковую камеру нагружают давлением 63 МПа. Для работы при высоких температурах сальниковую набивку изготавливают из чистого графита, кольца из графита предварительно опрессовывают при давлении 35 МПа, а в сальниковой камере нагружают давлением 28 МПа. В некоторых случаях применяют комбинированные сальники, в которых верхнее и нижнее кольца выполняют из асбеста с инконелевым сердечником, а между ними размещают набивку из чистого графита.

В ФРГ для арматуры АЭС с водо-водяными реакторами при температуре в зоне набивки до 260°С широко применяют сальниковые кольца из политетрафторэтилена (ПТФЭ), оплетенные шелком. Кольца предварительно опрессовывают давлением порядка 100 МПа, каждое кольцо в отдельности помещают в сальниковую камеру и обжимают. Набивки из ПТФЭ по сравнению с асбестовыми значительно меньше способствуют электрической коррозии шпинделя. Для температуры сальника выше 260°С изготовители арматуры ФРГ применяют набивки из химически чистого асбеста с пропиткой тефлоном, каучуком или слюдой.

Некоторые материалы, применяемые для набивки сальника в отечественной арматуре АЭС, приведены в табл. 1.19.

Ходовые узлы арматуры и приводы для обеспечения нормальной работы должны регулярно смазываться. Смазка используется и для защиты обработанных поверхностей от атмосферной коррозии. Таким образом, по основному назначению смазки можно разделить на антифрикционные и защитные.

Смазывающие материалы должны подбираться таким образом, чтобы они в рассматриваемых условиях работы обеспечивали сохранение жидкой про-

Таблица 1.19. Основные материалы сальниковой набивки

Набивка	Рабочая среда	Пределы применения	
		t_p , °C	p_p , МПа
Резиновые кольца и манжеты	Вода, воздух, пар, растворы кислот и щелочей в зависимости от марки	От 50 до 140 в зависимости от марки	—
АГ-1 (асбестовая проклеенная с графитом)	Вода, пар, воздух, инертные газы	350	51
АГ-50 (асбографитовая с алюминиевой пудрой)	Вода, пар и другие среды	650	40
Фторопласт-4 в виде стружки, колец или манжет	Коррозионные среды	200	5
Фторопластовый уплотнительный материал ФУМ-В	То же	150	6,4
АСФ	Вода, воздух, пар	260	10

слойки, не выдавливались, не стекали, не смывались, были бы физически и химически стабильными. Для редукторов проводов (подшипников, зубчатых и червячных передач и др.) применяются ЦИАТИМ-201 или ЦИАТИМ-221. Для резьбовых пар шпindel — ходовая гайка при нормальной температуре используется ЦИАТИМ-221, при повышенных температурах следует применять более тугоплавкие смазки, например, ВНИИНП-225. Для неподвижных узлов трения, т. е. таких, детали которых перемещаются относительно друг друга только при сборке и регулировке арматуры, рекомендуется применять графитовые смазки, которые допускают высокие контактные давления в узле трения (до 100 МПа).

Графит оказывает хорошее смазывающее действие в трущихся парах, однако в присутствии кислорода и воды графит работает как абразив. Кроме того, на поверхностях аустенитных сталей и стали 30Х13, где много хрома, при контакте с графитом при высокой температуре образуются карбиды хрома, что приводит к точечной (язвенной) коррозии. Карандашный мелкозернистый графит с малой

Таблица 1.20. Некоторые смазочные материалы и область их применения

Смазка	Область применения	Предельная температура в узле, °C
ЦИАТИМ-201	Узлы трения, работающие при повышенной влажности (смазка химически стабильна)	100
ЦИАТИМ-221	Узлы трения, работающие в контакте с агрессивными средами (смазка химически стабильна, водоупорна, не разрушает резину)	150
ВНИИНП-232	Узлы трения с малым коэффициентом трения	150
ВНИИНП-225, ВНИИНП-273, ВНИИНП-275	Узлы трения, работающие при повышенной температуре	230
Молибденит высокой чистоты МВЧ-1	Крепежные резьбы, работающие при высоких контактных давлениях	500
Графитовая смазка	То же	350

зольностью для смазок лучше чешуйчатого, а наилучший — дисперсный графит, оба они не дают язвенной коррозии.

Широкое применение имеют антифрикционные смазки ЦИАТИМ-201 и ЦИАТИМ-221. Смазка ЦИАТИМ-201 представляет собой минеральное масло, загущенное литиевым мылом. Она может быть использована при температуре 100°С. Смазка химически стабильна, но не рекомендуется для работы в контакте с цветными сплавами. Смазка ЦИАТИМ-221 используется в широком интервале температур (до 150°С) и представляет собой кремнийорганическую жидкость, загущенную литиевым мылом. Смазка не действует на резину, поэтому ею можно смазывать резиновые манжеты. Смазка ЦИАТИМ-221 стойка в парах кислот.

Большие перспективы для использования в арматуростроении имеет смазка ВНИИНП-226, представляющая собой кремнийорганическую жидкость с дисульфидом молибдена — двусернистым молибденом MoS_2 . Дисульфид молибдена в окисляющих средах не стоек, так как окисляется содержащаяся в нем сера. Такая смазка может значительно улучшить работу резьбовых соединений шпindel-холодовая гайка, уменьшить силу трения и износ деталей при температуре до 230°С.

Некоторые смазочные материалы и область их применения приведены в табл. 1.20.

ГЛАВА 2

ВЫБОР АРМАТУРЫ

2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выбор конструкции арматуры обуславливается ее назначением и условиями работы. При выборе определяется материал корпусных деталей, условный диаметр прохода, требуемый вид арматуры (запорная, регулирующая, предохранительная и т. п.), тип арматуры (задвижка, вентиль, кран и др.), конструктивная разновидность исполнения типа, например для задвижек: клиновая, двухдисковая, с выдвижным шпинделем и пр., выбирается способ управления.

Арматура, предназначенная для АЭС, в зависимости от условий эксплуатации и возможности проведения ремонтных работ подразделяется на 1, 2 и 3-й классы. Арматура классов 2 и 3 в зависимости от рабочего давления подразделяется на группы. Класс и группа соответствуют категории и группе сварных соединений, указанных в «Правилах контроля сварных соединений и наплавки узлов и конструкций атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок (ПК 1514—72)»*.

К классу 1 относится арматура, которая по условиям эксплуатации контактирует с вредными для обслуживающего персонала средами и недоступна для ремонта после монтажа или в процессе эксплуатации.

К классу 2 относится арматура, которая по условиям эксплуатации контактирует с вредными средами, но доступна или частично доступна для ремонта, а также не контактирует с вредными средами, но недоступна для ремонта. В классе 2 к группе А (маркировка 2А) относится арматура, работающая под давлением свыше 5 МПа, к группе Б (маркировка 2Б) — работающая под давлением до 5 МПа и ниже атмосферного (под вакуумом).

К классу 3 относится арматура, которая не контактирует с вредными средами и доступна для ремонта. В классе 3 группа А (маркировка 3А) относится арматура, работающая под давлением свыше 5 МПа, к группе Б (маркировка 3Б) — от 1,6 до 5 МПа, к группе В (маркировка 3В) — до 1,6 МПа и ниже атмосферного (под вакуумом).

При заказе арматуры должны оговариваться их класс и группа по условиям эксплуатации.

Диаметр прохода запорной арматуры, как правило, соответствует диаметру прохода трубы, за исключением вентилей, устанавливаемых для выпуска воздуха,

* В дальнейшем они сокращенно называются Правилами.

продувки или дренажа. В этом случае диаметр прохода принимают, исходя из времени, отпускаемого на пропуск требуемого количества среды.

Суженные задвижки с диаметром отверстия в седле меньшим, чем диаметр трубы, требуют меньших усилий на маховике и меньшей мощности привода, имеют меньший ход шпинделя и меньшую строительную высоту. Однако они создают повышенное гидравлическое сопротивление по сравнению с полнопроходными.

Энергетические затраты ΔN , кВт, на компенсацию перепада давлений в трубопроводе с несжимаемой жидкостью, создаваемого гидравлическим сопротивлением арматуры, описываются формулой

$$\Delta N = 0,1 \Delta p F_y v,$$

где Δp — перепад давлений, МПа; F_y — площадь поперечного сечения трубы по D_y , см²; v — скорость движения среды, м/с. Перепад давлений Δp , создаваемый местным гидравлическим сопротивлением для невязкой несжимаемой среды, при турбулентном режиме течения выражается потерей кинетической энергии движущейся среды и определяется по формуле

$$\Delta p = 10^{-6} \zeta \rho v^3 / 2,$$

где ζ — коэффициент местного гидравлического сопротивления; ρ — плотность среды, кг/м³. Коэффициент гидравлического сопротивления ζ имеет следующие пределы:

Задвижки полнопроходные	0,1—1,2
Задвижки суженные	0,2—1,8
Вентили проходные	4,5—11,0
Вентили прямоточные	0,3—2,5

Подставляя значение Δp в формулу для ΔN , имеем (в кВт)

$$\Delta N = 10^{-7} \zeta F_y \rho v^3 / 2.$$

Таким образом, наибольшие энергетические потери будут в трубопроводах, в которых жидкости перемещаются с большой скоростью, и в этих условиях в качестве запорной арматуры необходимо использовать задвижки, имеющие малые значения ζ . В тупиковых позициях для отбора проб, сброса или слива среды, конденсата и подобных целей вполне допустимо применять вентили, имеющие значительно большие гидравлические сопротивления.

На энергетических установках для периодического или разового герметичного перекрытия трубопровода применяется запорная арматура двух основных типов: задвижки и вентили. Краны и заслонки широкого применения в энергетике не получили. Запорные вентили используются для вспомогательных трубопроводов относительно небольших диаметров ($D_y \leq 150$ мм). Большое количество вентилях малого диаметра прохода используется как пробно-спускная арматура для дренажа и для выпуска воздуха при заполнении системы.

2.2. ВЫБОР ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

Задвижки в энергетике применяются в широком интервале D_y для различных линий и условий работы. Как правило, используются клиновые двухдисковые задвижки с выдвижным шпинделем (рис. 2.1). Двухдисковый клин обеспечивает достаточную герметичность запорного органа благодаря самоустанавливаемости дисков по седлам корпуса. Большая чем цельного податливость двухдискового клина создает меньшую опасность заклинивания его при перепадах температур. Задвижки с цельным клином используются только при постоянном тепловом режиме и относительно невысоких температурах. В последние годы применяются задвижки с упругим клином, образуемым из двух дисков, отлитых заодно или скрепленных между собой без шарнирного соединения. Такая конструкция по жесткости и эксплуатационным свойствам занимает промежуточное место между задвижками с двухдисковым и цельным клином.

Задвижки с выдвижным шпинделем имеют ходовой узел, расположенный вне зоны действия среды, поэтому он доступен для периодического технического

обслуживания, смазки, регулировки и ремонта. Задвижки управляются обычно с помощью местного или дистанционного электропривода.

Энергетические параметры среды в трубопроводах и системах АЭС существенно ниже, чем на ТЭС. Так, на ВВЭР температура теплоносителя на входе в парогенератор составляет 322°C . Температура насыщенного пара перед турбинами на АЭС, ВВЭР и РБМК 280°C , его давление составляет $6,0\text{--}6,5\text{ МПа}$, давление в барабанах-сепараторах РБМК $7,0\text{ МПа}$, тогда как на ТЭС температура перегретого пара достигает 650°C , а давление 30 МПа . В то же время диаметры главных трубопроводов АЭС значительно больше, чем на ТЭС. В связи с этим конструкции задвижек, используемых на главных трубопроводах АЭС, существенно отличаются от задвижек, используемых на ТЭС [3]. Наиболее ответственны главные запорные задвижки первого контура. Они работают в сложных условиях и имеют большие условные диаметры прохода: D_y первого контура на ВВЭР-1000 равен 850 мм , на РБМК-1000 — 800 мм .

Главные запорные задвижки имеют большие габариты и массу (до 16 т и более) и оснащаются местным или дистанционным электроприводом. Для надежной работы в задвижке помимо прочности и жесткости конструкций должен быть надежно работающий сальник, герметично перекрывающийся запорный орган и герметичное соединение корпуса с крышкой. Герметичность сальника создается упругим прилеганием набивки к цилиндрической поверхности шпинделя. Для улучшения работы сальника шпиндель тщательно шлифуют, суперфинишируют и полируют, а набивку изготовляют из упругих теплоустойчивых материалов. Этим достигается достаточная герметичность соединения, которая, однако, сохраняется лишь при гидравлическом испытании на заводе-изготовителе и сравнительно короткое время в эксплуатации. В процессе перемещения шпинделя при выполнении циклов «открыто-закрыто» разрушается близлежащий слой набивки, образуя зазор в подвижном соединении, этому способствует шероховатость и коррозия шпинделя, колебания температуры среды и снижение упругости набивки со временем в процессе ее старения.

В результате анализа опыта эксплуатации арматуры установлено, что практически все сальниковые соединения имеют некоторую протечку, которая с увеличением цикловой наработки сальника увеличивается. Принято считать, что абсолютно герметичный длительно работающий сальник создать невозможно. Это необходимо учитывать при разработке ответственных конструкций арматуры. Протечка сальника наиболее нежелательна в главных запорных задвижках первого контура с водой, содержащей радиоактивные продукты коррозии, а также

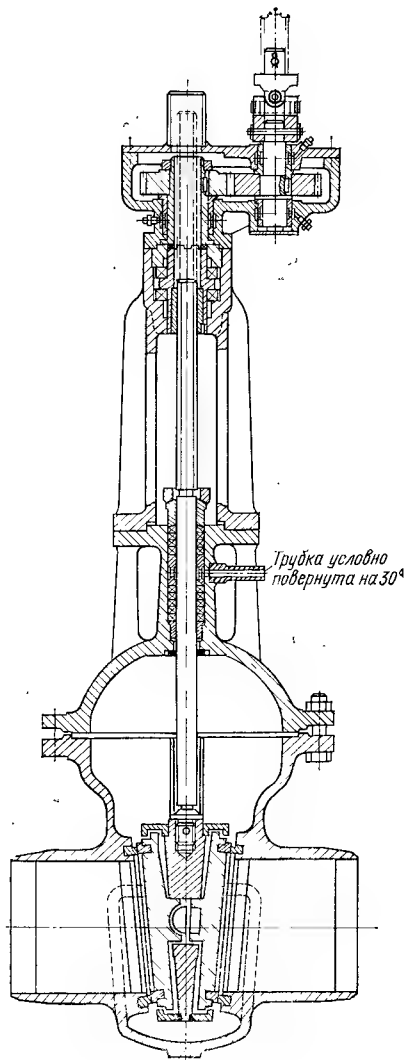


Рис. 2.1. Клиновая двухдисковая задвижка с выдвигаемым шпинделем.

в другой арматуре, расположенной под оболочкой в необслуживаемых помещениях АЭС. В процессе эксплуатации зарубежных АЭС имели место случаи, когда последствия протечки сальников арматуры были настолько значительны, что требовалось для ремонта отключать петлю.

Для повышения надежности работы сальника применяют такие приемы, как создание двух- и трехступенчатых сальников, организация отбора рабочей среды при протечке и направление ее в специальные линии, а также создание противодавления в части сальника чистой водой для предупреждения выхода рабочей среды из сальника наружу, в рабочее помещение [4].

Герметичность запорного органа задвижки обеспечивается плотным прилеганием дисков затвора к уплотнительным поверхностям седел корпуса. Положение тарелок затвора задвижки относительно седел корпуса регулируется высотой грибов или толстой шайб, в случае применения между тарелками распорного кольца — только кольцом. При приложении к маховику установленного чертежом момента тарелки должны занимать положение относительно седел, указанное в чертеже.

Герметичность запорного органа в процессе эксплуатации может нарушаться в результате механического износа уплотнительных поверхностей, попадания на них твердых частиц в процессе закрывания арматуры, эрозии и коррозии, а также возникновения дополнительной нагрузки при тепловых деформациях системы.

При укорочении длины шпинделя может снизиться усилие прижима дисков к седлам корпуса, а при удлинении шпинделя может защемиться клин в корпусе. Чтобы ограничить усилие, возникающее вдоль шпинделя, устанавливают тарельчатые пружины в бугельном узле под или над упорными шарикоподшипниками в зависимости от того, какая задача решается — предотвратить возможное ослабление прижима тарелок и снижение герметичности запорного органа или не допустить заклинивание затвора в корпусе.

При повышении температуры во время пускового периода вода, расположенная в замкнутом пространстве корпуса задвижки, отделенном от трубопровода дисками затвора, нагревается и, расширяясь, создает повышенное давление, что может привести к деформации или даже к разрушению корпуса. Для предотвращения этого используют несколько приемов. Первый — в диске, обращенном в сторону входа среды, сверлят сквозное отверстие малого диаметра (5 мм), через которое проходит избыточная среда при повышении давления в корпусе. Такие задвижки должны устанавливаться на трубопроводе с учетом расположения диска с отверстием. Второй прием — на корпусе задвижки устанавливают предохранительный клапан малого диаметра, настроенный на пропуск среды при чрезмерном повышении давления. Третий способ заключается в том, что полость корпуса задвижки соединяют с байпасным обводом, предназначенным для обогрева задвижки и уменьшения перепада давления при ее открывании. В этом случае часть корпуса главной задвижки соединяют трубопроводом малого диаметра со средним участком байпасной линии между вентилями или со средней частью байпасной задвижки, при таком способе защиты среда может подаваться с любой стороны основной задвижки.

В задвижках последних конструкций с диаметром прохода $D_y = 200 \div 400$ мм, предназначенных для паротурбинной установки, крышка с корпусом соединяется без фланца с мягким уплотнением сальникового типа. Для фланцевого соединения требуется большое количество металла, при этом получаются конструкции с увеличенными габаритами. Бесфланцевое соединение более компактно, но создает дополнительные трудности при сборке, ремонте и герметизации соединения. В задвижках больших размеров ($D_y > 400$ мм) основных контуров АЭС обычно применяют фланцевое соединение корпуса с крышкой. В целях дополнительной герметизации прокладочного соединения по наружному периметру обваривают два тонких стальных кольца, приваренных к корпусу и крышке и образующих мембранное сварное соединение.

Фланцевое соединение затягивают резьбовыми шпильками с помощью специальных высоких гаек, в результате чего создается более равномерное распределение напряжений по виткам резьбы и улучшаются условия сохранения графитовой смазки, которой смазывается резьба шпилек для предохранения их от задиранья и коррозии. Главные задвижки присоединяются к трубопроводу сваркой.

Таблица 2.1. Задвижки

Обозначение исполнения	D_y , мм	p , МПа	t_y , °C	Рабочая среда	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Дополнительные данные	Крутящий момент, необходимый для уравновешивания арматуры, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
ПТ 13065-600 ПТ 13065-600-01 ПТ 13065-600-02 ПТ 13065-600-03 ПТ 13065-600-04 ПТ 13065-600-05	660	1,6	200	Пар, конденсат	У К	ЭП КР ЦР ЭП КР ЦР	— — — — — —	—	1121 280 184 1121 280 184	2Б, 3Б
ПТ 13065-800 ПТ 13065-800-01 ПТ 13065-800-02 ПТ 13065-800-03 ПТ 13065-800-04 ПТ 13065-800-05	800	1,6	200	То же	У К	ЭП КР ЦР ЭП КР ЦР	— — — — — —	—	1190 298 196 1190 296 196	2Б, 3Б
ПТ 13047-500 ПТ 13047-500-01 ПТ 13047-500-02	500	2,5	200	»	У	ЭП КР ЦР	— — —	—	—	2А, 3А
МА 11075-300 МА 11075-300-01 МА 11076-300-02 МА 11075-300-03	300	2,5	200	Циркуляционная вода, питательная вода, пар, инертный газ	К У	ЭП	А Б А Б	—	620	2Б, 3Б
МА 11075-300-04 МА 11075-300-05 МА 11075-300-06 МА 11075-300-07					К У	КР	А Б А Б	250	91	
МА 11075-300-08 МА 11075-300-09 МА 11075-300-10 МА 11075-300-11					К У	ШМ	А Б А Б	500	41	
МА 11075-400 МА 11075-400-01 МА 11075-400-02 МА 11075-400-03					К У	ЭП	А Б А Б	—	620	
МА 11075-400-04 МА 11075-400-05 МА 11075-400-06 МА 11075-400-07					К У	КР	А Б А Б	250	91	
МА 11075-400-08 МА 11075-400-09 МА 11075-400-10 МА 11075-400-11					К У	ШМ	А Б А Б	500	41	
МА 11075-600 МА 11075-600-01 МА 11075-600-02 МА 11075-600-03	600	2,5	200	»	К У	ЭП	А Б А Б	—	1764	2Б, 3Б

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Рабочая среда	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Дополнительные данные	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
МА 11075-600-04 МА 11075-600-05 МА 11075-600-06 МА 11075-600-07	600	2,5	200	Циркуляционная вода, питательная вода, пар, инертный газ	К	КР	А Б А Б	1800	69	2Б, 3Б
У										
К					ЦР					
У										
МА 11075-600-08 МА 11075-600-09 МА 11075-600-10 МА 11075-600-11	600	2,5	200	Циркуляционная вода, питательная вода, пар, инертный газ	К	ЦР	А Б А Б	1800	69	2Б, 3Б
У										
К					ЦР					
У										
МА 11075-800 МА 11075-800-01 МА 11075-800-02 МА 11075-800-03	800	2,5	200	»	К	ЭП	А Б А Б	—	1764	2Б, 3Б
У										
К					КР					
У										
МА 11075-800-04 МА 11075-800-05 МА 11075-800-06 МА 11075-800-07	800	2,5	200	»	К	КР	А Б А Б	1800	69	2Б, 3Б
У										
К					ЦР					
У										
МА 11075-800-08 МА 11075-800-09 МА 11075-800-10 МА 11075-800-11	800	2,5	200	»	К	ЦР	А Б А Б	1800	69	2Б, 3Б
У										
К					ЦР					
У										
МА 11112-600 МА 11112-600-01 МА 11112-600-02 МА 11112-600-03 МА 11112-600-04 МА 11112-600-05	600	4,0	350	Конденсат	У У К К К У	КР ЦР КР ЦР ЭП ЭП	—	3700 3500 3700 3500	— —	2Б
У										
К										
У										
МА 11112-800 МА 11112-800-01 МА 11112-800-02 МА 11112-800-03	800	10,0	350	Циркуляционная вода	У	КР	В Г В Г	2250	—	1
К										
У					ЦР					
К										
МА 11112-800-04 МА 11112-800-05 МА 11112-800-06 МА 11112-800-07	800	10,0	350	Циркуляционная вода	У	ЦР	В Г В Г	2150	—	1
К										
У					ЭП					
К										
МА 11112-800-08 МА 11112-800-09 МА 11112-800-10 МА 11112-800-11	800	10,0	350	Циркуляционная вода	У	ЭП	В Г В Г	—	—	1
К										
У										
К										

Примечания. 1. Условные обозначения материала корпуса: У — углеродистая сталь; К — коррозионно-стойкая сталь.

2. Условные обозначения исполнений по управлению: ЭП — задвижка с электроприводом; ШМ — задвижка с шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод; КР — задвижка с коническим редуктором и шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод; ЦР — задвижка с цилиндрическим редуктором и шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод.

3. Условные обозначения конструктивных различий: А — с дублирующим сварным мембранным уплотнением соединения крышки с корпусом; Б — без дублирующего мембранного уплотнения; В — патрубки под приварку к трубопроводу $\varnothing 820 \times 34$ мм; Г — патрубки под приварку к трубопроводу $\varnothing 820 \times 38$ мм.

В табл. 2.1 и 2.2 приведены основные технические характеристики задвижек, применяемых в АЭС. Нормальными условиями эксплуатации задвижек без электроприводов считаются температура окружающей среды до 60°C и относительная влажность до 90 %, задвижек с электроприводами — температура до 40°C и относительная влажность до 70 %. Задвижки могут периодически промываться внутри и снаружи, за исключением встроенного электропривода, водными растворами, принятыми на АЭС: 30 г/л NaOH + 2 ÷ 5 г/л КМnO₄; 1 г/л HNO₃ + 10 ÷ 30 г/л H₂C₂O₄; 10 ÷ 30 г/л H₂C₄O₄ + 0,5 г/л H₂O₂.

Таблица 2.2. Задвижки для специальных контуров АЭС (Чеховский завод энергетического машиностроения)

Обозначение исполнений	D _y , мм	p _p , МПа	t _p , °C	Рабочая среда	Материал корпуса	Крутящий момент на резьбовой втулке M _{кр} , Н·м
895-400 ГА, ЦЗА, КЗА, ЭА, ЭБА	400	7,4 (10)	290	Пар (вода)	У	2480
932-150Г, ЦЗ, КЗ, Э	150	7,4 (10)	290	»	У	360
932-200 Г, ЦЗ, КЗ, Э	200	7,4 (10)	290	»	У	750
933-100 Г, КЗ, Э	100	9,2	320	Пар, вода	К	200
933-150 Г, КЗ, Э	150	9,2	320	То же	К	360
933-200Г, КЗ, Э	200	9,2	320	»	К	750
933-300 Г, КЗ, УЗ, Э	300	10	290	»	К	1600
973-150 Э	150	8 (12)	300 (250)	Пар (вода)	У	—
973-500 ЭА	500	8 (12)	300 (250)	»	У	—
973-600 ЭА	600	8 (12)	300 (250)	»	У	—

Примечание. Условные обозначения материала корпуса: У — углеродистая сталь; К — коррозионно-стойкая сталь. Условные обозначения исполнений по управлению: Г — задвижка с шарнирной муфтой; ЦЗ — задвижка с цилиндрическим редуктором; КЗ — задвижка с коническим редуктором; Э — задвижка с электроприводом; ЭБ — быстродействующая задвижка с электроприводом А — конструкция модернизирована.

При прямо-сдаточных испытаниях на заводе-изготовителе все задвижки подвергаются внешнему осмотру и испытываются на прочность и плотность материала деталей и сварных швов, внутренние полости которых находятся под давлением; проверяется герметичность запорного органа, сальникового соединения и верхнего уплотнения (если это предусмотрено технической документацией), а также работоспособность и плавность хода шпинделя. Задвижки, предназначенные для пара, предприятием-изготовителем дополнительно испытываются паром в количестве 5 % от партии задвижек.

Задвижки устанавливаются на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов с направлением потока среды с любой стороны при любом положении шпинделя, за исключением задвижек, оснащенных встроенным электроприводом производства ЧЗЭМ, которые устанавливаются только на горизонтальных участках, в положении шпинделем вверх.

Задвижка с отверстием в одной тарелке для предохранения корпуса от чрезмерного повышения давления устанавливается сверленной тарелкой в сторону входа воды. Такие задвижки дополнительно к номеру чертежа имеют индекс «С».

Вентили по сравнению с задвижками имеют значительно большее гидравлическое сопротивление, но обеспечивают повышенную герметичность запорного органа, так как усилие, действующее вдоль шпинделя, направлено перпендикулярно плоскости седла. В вентиле при перемещении золотника на уплотнительных кольцах не создаются силы трения, которые имеют место в задвижках, в связи

Таблица 2.3. Запорные сильфонные вентили

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия арматуры	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
КЗ 26362-010 КЗ 26362-010-01 КЗ 26362-010-02 КЗ 26362-010-03 КЗ 26362-010-04 КЗ 26362-010-05 КЗ 26362-010-06 КЗ 26362-010-07 КЗ 26362-010-08 КЗ 26362-010-09 КЗ 26362-010-10 КЗ 26362-010-11 КЗ 26363-010-12 КЗ 26362-010-13 КЗ 26362-010-14 КЗ 26362-010-15 КЗ 26362-010-16 КЗ 26362-010-17 КЗ 26362-010-18 КЗ 26362-010-19	10	4,0	200	К У К У	РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ	18,5	3,5	3Б
КЗ 26362-015 КЗ 26362-015-01 КЗ 26362-015-02 КЗ 26362-015-03 КЗ 26362-015-04 КЗ 26362-015-05 КЗ 26362-015-06 КЗ 26362-015-07 КЗ 26362-015-08 КЗ 26362-015-09 КЗ 26362-015-10 КЗ 26362-015-11 КЗ 26362-015-12 КЗ 26362-015-13 КЗ 26362-015-14 КЗ 26362-015-15 КЗ 26362-015-16 КЗ 26362-015-17 КЗ 26362-015-18 КЗ 26362-015-19	15	4,0	200	К У К У	РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ	18,5	3,5	3Б

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия арматуры	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
У 26362-150-12 У 26362-150-13 У 26362-150-14 У 26362-150-15 У 26362-150-16	150	4,0	200	К	РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ	205	6—7	3Б
ПТ 26164-065 ПТ 26164-065-01 ПТ 26164-065-02 ПТ 26164-065-03 ПТ 26164-065-04 ПТ 26164-065-05	65	2,5	200	К У К У К У	РУ РУ ШМ ШМ КР КР	80	3—4	2Б, 3Б, 3В
ПТ 26164-080 ПТ 26164-080-01 ПТ 26164-080-02 ПТ 26164-080-03 ПТ 26164-080-04 ПТ 26164-080-05	80	2,5	200	К У К У К У	РУ РУ ШМ ШМ КР КР	120	4	2Б, 3Б, 3В
ПТ 26164-100 ПТ 26164-100-01 ПТ 26164-100-02 ПТ 26164-100-03 ПТ 26164-100-04 ПТ 26164-100-05	100	2,5	200	К У К У К У	РУ РУ ШМ ШМ КР КР	120	4	2Б, 3Б, 3В
ПТ 26164-150 ПТ 26164-150-01 ПТ 26164-150-02 ПТ 26164-150-03	150	2,5	200	К У К У	РУ РУ ШМ ШМ	290	6—7	2Б, 3Б, 3В
ПТ 26273-065 ПТ 26273-065-01	65	2,5	200	К У	ЭП	80	3—4	2Б, 3Б, 3В
ПТ 26273-080 ПТ 26273-080-01	80	2,5	200	К У	ЭП	80	4	2Б, 3Б, 3В
ПТ 26273-100 ПТ 26273-100-01	100	2,5	200	К У	ЭП	120	4	2Б, 3Б, 3В
ПТ 26273-150 ПТ 26273-150-01	150	2,5	325	К У	ЭП	290	6—7	2Б, 3Б, 3В

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия арматуры	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
КЗ 26370-010 КЗ 26370-010-01 КЗ 26370-010-02 КЗ 26370-010-03 КЗ 26370-010-04 КЗ 26370-010-05 КЗ 26370-010-06 КЗ 26370-010-07 КЗ 26370-010-08 КЗ 26370-010-09	10	20	325	К У	РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ	26	1,5	2А
КЗ 26370-015 КЗ 26370-015-01 КЗ 26370-015-02 КЗ 26370-015-03 КЗ 26370-015-04 КЗ 26370-015-05 КЗ 26370-015-06 КЗ 26370-015-07 КЗ 26370-015-08 КЗ 26370-015-09	15	20	325	К У	РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ	26	1,5	2А
КЗ 26370-025 КЗ 26370-025-01 КЗ 26370-025-02 КЗ 26370-025-03 КЗ 26370-025-04 КЗ 26370-025-05 КЗ 26370-025-06 КЗ 26370-025-07 КЗ 26370-025-08 КЗ 26370-025-09	25	20	325	К У	РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ РУ ШМ КР ЭП ЭПГЗ	47	1,5	2А
С 26370-032 С 26370-032-01 С 26370-032-02	32	20	324	К	РУ ШМ КР	80	1,5—2	2А
С 26370-050 С 26370-050-01 С 26370-050-02	50	20	325	К	РУ ШМ КР	225	2	2А
С 26370-065 С 26370-065-01 С 26370-065-02	65	20 ($\Delta p = 15$)	325	К	РУ ШМ КР	160	2—4	2А

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия-или открытия арматуры	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
С 26370-100 С 26370-100-01 С 26370-100-02	100	20 ($\Delta p = 5$)	325	К	РУ ШМ КР	180	4-5	2А
С 26370-150 С 26370-150-01 С 26370-150-02	150	20 ($\Delta p = 2,5$)	325	К	РУ ШМ КР	205	4—5	2А
С 26360-050 С 26360-050-01	50	20	325	К	ЭП ЭПГЗ	225	2	2А
С 26360-065 С 26360-065-01	65	20 ($\Delta p = 15$)	325	К	ЭП ЭПГЗ	160	2—4	2А
С 26360-100 С 26360-100-01	100	20 ($\Delta p = 5$)	325	К	ЭП ЭПГЗ	180	4—5	2А
С 26360-150 С 26360-150-01	150	20 ($\Delta p = 2,5$)	325	К К	ЭП ЭПГЗ	205	4—5	2А
ПТ 26120-065 ПТ 26120-065-01 ПТ 26120-065-02 ПТ 26120-065-03 ПТ 26120-065-04 ПТ 26120-065-05	65	14	325	К У К У К У	РУ РУ ШМ ШМ КР КР	295	3	2А, 2Б, 3А, 3Б, 3В
ПТ 26120-080 ПТ 26120-080-01 ПТ 26120-080-02 ПТ 26120-080-03 ПТ 26120-080-04 ПТ 26120-080-05	80	14	325	К У К У К У	РУ РУ ШМ ШМ КР КР	425	3—4	2А, 2Б, 3А, 3Б, 3В
УФ 26031-100 УФ 26031-100-01 УФ 26031-100-02	100	14,5	300	К	РУ КР ШМ	625	4	2А
ПТ 26011-065 ПТ 26011-065-01	65	14	325	К У	ЭП ЭП	295	3	2А, 3А
ПТ 26011-080 ПТ 26011-080-01	80	14	325	К У	ЭП ЭП	425	3—4	2А, 3А

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия арматуры	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
УФ 26003-050 УФ 26003-050-01 УФ 26003-050-02	50	14	120	К	РУ ШМ КР	230	3—4	2А
А 26265-100-01 А 26265-100-02 А 26265-100-03	100	30	425	К	РУ ШМ КР	147 147 115	3—4 3—4 7,0	—

Примечания. 1. Условные обозначения материала корпуса: У — углеродистая сталь; К — коррозионно-стойкая сталь.

2. Условные обозначения исполнений по управлению: РУ — вентиль с ручным управлением; ЭП — вентиль с электроприводом; ЭПГЗ — вентиль с электроприводом для герметичной зоны; ШМ — вентиль с шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод; КР — вентиль с коническим редуктором и шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод.

3. Δp — допустимый перепад давлений, МПа.

с чем происходит изнашивание уплотнительных поверхностей задвижек, что способствует понижению герметичности запорного органа.

Конструкция запорного вентиля малого диаметра для неотвественных систем паропроизводительной установки АЭС показана на рис. 2.2. Корпус вентиля цельнокованый (штампованный) с сальниковым уплотнением шпинделя в расточке верхней части корпуса. Крышки, обычно закрывающей среднюю полость корпуса, вентили малых проходов не имеют. Шпиндель состоит из двух частей: верхней — ведущей, снабженной ходовой резьбой, и нижней — ведомой, проходящей через сальник. Верхняя часть при вращении маховиком ввинчивается в ходовую гайку, расположенную в бугеле, и перемещает поступательно нижнюю часть (шток). Бугель на корпусе закрепляется при помощи резьбы. Движение от верхней части шпинделя к нижней передается через шарик, расположенный между их торцами в разъемном ползуне. Среда подается под клапан, в этом случае при закрытом вентиле давление среды не действует на сальник. Вентили описанной конструкции выпускает ЧЗЭМ.

Различные зарубежные фирмы выпускают вентили с ручным управлением,

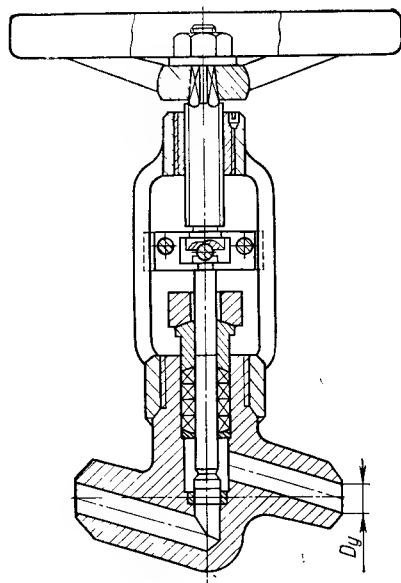


Рис. 2.2. Запорный сальниковый вентиль $D_y = 20$ мм.

Конструкции которых несколько отличаются от приведенной выше главным образом способами крепления бугеля с корпусом (шпильками, хомутами) и использованием в некоторых случаях бугельного узла с ходовой гайкой, вращаемой насаженным на нее маховиком. Тогда применяется цельный шпindel, который перемещается поступательно. За редким исключением конструкция корпусов вентилей различных фирм цельноштампованная и сальник расположен в цилиндрической расточке корпуса. Присоединение к трубопроводу — при помощи сварки. Запорный орган, как правило, имеет конусное уплотнение затвора (золотника) с седлом корпуса (угол конуса в седле 30° — 60°). Затвор выполняется заодно со шпинделем (жесткая конструкция) или отдельно в виде золотника (тарелки), соединенного со шпинделем шаровым шарниром, с ограниченной возможностью наклона золотника к седлу. Вентили с углом конуса в седле 30° и отдельно выполненным золотником, шарнирно соединенным со шпинделем, обладают повышенной надежностью. Необходимо иметь в виду, что для полного открытия вентили при угле конуса в седле 30° требуются значительно больший ход шпинделя, чем в конструкции с плоским уплотнением.

В целях унификации сильфонных вентилей ЦКБА регламентируются следующие исполнения. Диаметры условного прохода D_y ограничены рядом: 10, 15, 25, 32, 50, 65, 100 и 150 мм. Сильфонные стальные вентили разработаны на условное давление 2,5; 4,0; 14,0 и 20,0 МПа, причем вентили $D_y = 10, 15, 25$ и 32 мм на давление $p_y = 2,5$ и 14 МПа к изготовлению не предусматриваются. На отдельных системах, не подпадающих под требования Правил, устанавливаются сильфонные вентили на $p_p = 1,0$ МПа.

Таблица 2.4. Запорные вентили из коррозионно-стойкой стали для трубопроводов систем контрольно-измерительных приборов и автоматики ($p_p=20$ МПа, $t_p=200$ С)

Обозначение исполнения	D_y , мм	Разделка патрубков под приварку к трубам		Уплотнение по штоку относительно внешней среды
		входной, $D \times s$, мм	выходной, $D \times s$, мм	
С 26410-010	10	14×2	14×2	Сильфонное » » »
С 26410-010-01	10	18×4	14×2	
С 26410-015	15	18×2,5	18×2,5	
С 26410-015-01	15	18×2,5	14×2,5	
С 21152-010	10	14×2	14×2	Сальниковое »
С 21152-015	15	18×2,5	18×2,5	

Примечание. D — наружный диаметр; s — толщина стенки патрубка.

Таблица 2.5. Спускные вентили из коррозионно-стойкой стали для трапов спецканализации

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , С	Исполнение по управлению	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия арматуры
СК 20001-100	100	0,4	60	РУ, ШМ	1,2	6
СК 20002-100	100	0,4	60	КР	1,2	6

Таблица 2.6. Запорные вентили (клапаны) из коррозионно-стойкой стали с электромагнитным приводом

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Рабочая среда	Род тока (напряжение 220 В)
Т 26294-150	150	0,004—0,1	100	Пароводяная смесь	Постоянный
Б 26107-01-015	15	0,15	90	Воздух	Переменный
Б 26107-01-025	25	0,15	90	»	»
Б 26107-01-040	40	0,15	90	»	»
Т 26292-100	100	0,5—3,6	100	Вода	Постоянный

По виду управления вентили и клапаны различных диаметров прохода выполняются различно: с местным или дистанционным ручным или автоматическим управлением, при помощи электро- или пневмопривода. В табл. 2.3—2.6 приведены запорные вентили и клапаны, применяемые на АЭС. Запорные вентили могут устанавливаться на трубопроводе в любом рабочем положении (кроме вентилей с электромагнитным приводом).

2.3. ВЫБОР РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ

К регулирующей арматуре, применяемой на АЭС, помимо ранее изложенных общих требований предъявляются дополнительные требования, связанные с ее функциональным назначением: высокая точность поддержания заданных параметров регулирования; обеспечение требуемой пропускной гидравлической характеристики; максимально возможная пропускная способность при заданном диаметре трубопровода; широкий диапазон регулирования; максимальное снижение кавитации; минимальный уровень шума; дистанционное управление в связи с нежелательностью установки электрических или пневматических исполнительных механизмов в необслуживаемых помещениях с повышенной радиоактивностью. Указанные требования должны сочетаться с повышенным сроком службы, увеличенными межрегламентными периодами и высокой надежностью.

Дросселирующая или дроссельная арматура представляет собой разновидность регулирующей, основным назначением которой является значительное снижение давления.

Регулирующая арматура устанавливается, например, на питательных трубопроводах для регулирования расхода воды, подаваемой насосами в энергоустановку в зависимости от нагрузки АЭС, на трубопроводах впрыска для регулирования расхода воды, вводимой в пар в целях поддержания его температуры в заданных пределах и т. п. [6]. По методу управления регулирующая арматура подразделяется на: регулирующие клапаны, управляемые от постороннего источника энергии (пневматического, гидравлического или электрического); регулирующие ручные вентили; регуляторы прямого действия, управляемые самой рабочей средой, без постороннего источника энергии.

Наиболее широко на АЭС используются двух- и односедельные регулирующие клапаны, однако в последнее время стали применяться поворотные дисковые и шаровые регулирующие клапаны. Двухседельные регулирующие клапаны (рис. 2.3) имеют примерно в полтора раза большую, чем односедельные клапаны (рис. 2.4), пропускную способность. Уравновешенная конструкция плунжера значительно снижает перестановочное усилие, благодаря чему уменьшаются требуемая мощность и габариты исполнительного механизма. Регулирующая арматура эффективно работает только тогда, когда гидравлическое сопротивление регулирующего органа достаточно велико по сравнению с гидравлическим сопротивлением системы. Поэтому вполне уместно использовать регулирующие клапаны с условным диаметром прохода, меньшим, чем диаметр трубы, при условии, что не требуется полнопроходности арматуры по каким-либо дополнительным требованиям.

На АЭС часто возникает потребность в том, чтобы перегретый пар высокого давления путем дросселирования превратить в насыщенный или значительно понизить давление насыщенного пара. Дросселирование в системах с постоянным расходом может осуществляться устройствами, создающими значительные местные сопротивления постоянного сечения на пути потока, например набором

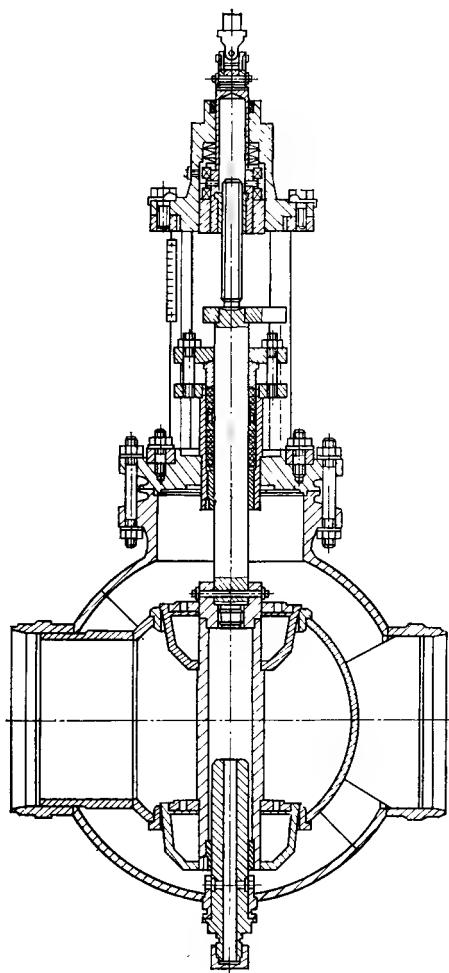


Рис. 2.3. Двухседельный регулирующий клапан.

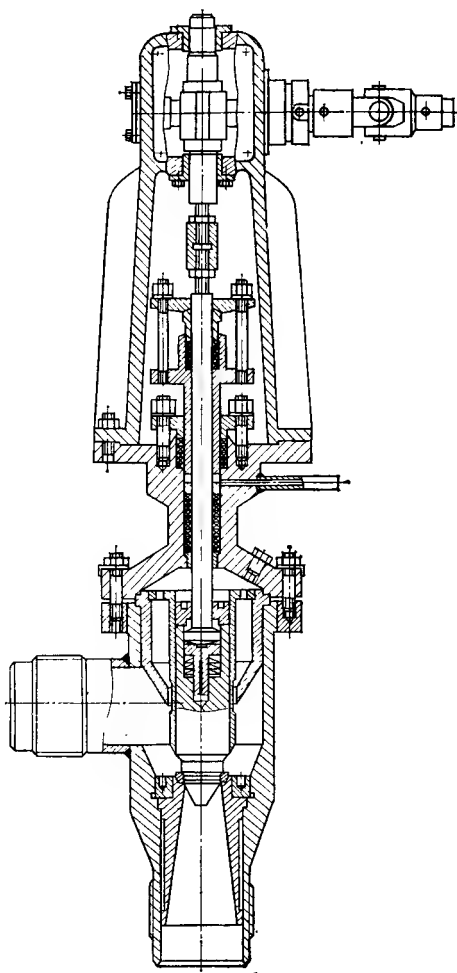


Рис. 2.4. Односедельный регулирующий клапан.

дроссельных шайб. В системах с переменным расходом можно применять сочетание набора дроссельных шайб с запорно-регулирующим ventилем либо дроссельные клапаны. На дросселирующем устройстве создается большой перепад давления, это приводит к эрозии металла деталей последнего, высокому уровню шума, вторичному вскипанию воды и т. п. Дросселирование можно организовать одно- и многоступенчатым (каскадным). Первое встречается в практике более часто. Многоступенчатое дросселирование используется на больших перепадах давления, часто близких к полному давлению, при этом улучшается работа арматуры,

поскольку общий перепад давлений делится на несколько ступеней, на каждой срабатывает только часть перепада, уменьшается скорость среды в суженном сечении, уменьшается эрозия металла, предотвращается возможность вторичного вскипания воды и значительно снижается уровень шума.

Регулирующая арматура, как правило, не должна использоваться как запорная, поэтому для герметичного перекрытия прохода среды в трубопроводе помимо регулирующей устанавливается запорная арматура. Это необходимо еще и потому, что наиболее часто применяемые двухседельные регулирующие клапаны не могут обеспечить герметичное перекрытие обоих седел одновременно. Если по условиям работы необходимо герметическое перекрытие седла, должны быть использованы односедельные клапаны. Так, на энергетических установках используются регулирующие односедельные игольчатые клапаны с дистанционным управлением от электропривода.

Регулирующие клапаны широко используются в системах регулирования с посторонним источником энергии (на АЭС в основном с электрическим). Для поддержания давления в требуемых пределах без постороннего источника энергии используются регуляторы давления «до себя» и «после себя», в которых источником энергии является рабочая среда, транспортируемая по трубопроводу и служащая одновременно управляющей средой.

Эксплуатационные свойства регулирующей арматуры в значительной мере определяют характеристики, которые можно разделить на гидравлические, ходовые и конструктивные. Пропускная способность регулирующего клапана K_{V_S} — расход, $\text{м}^3/\text{ч}$, жидкости плотностью $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, протекающей через клапан при перепаде давления на нем $0,1 \text{ МПа}$ ($1 \text{ кгс}/\text{см}^2$) и соответствующем значении хода — высоты подъема плунжера S . Условная пропускная способность K_{V_y} представляет собой номинальное значение пропускной способности при условном ходе затвора. Начальная пропускная способность K_{V_0} — теоретическая величина пропускной способности при ходе, равном нулю, задаваемая для построения пропускной характеристики. Минимальная пропускная способность $K_{V_{\min}}$ — минимальное значение пропускной способности, при которой сохраняется пропускная характеристика регулирующего органа в допустимых пределах. Максимальная действительная пропускная способность $K_{V_{100}}$ представляет собой значение пропускной способности при максимальном действительном ходе затвора.

При расчетах в выборе арматуры употребляется условная пропускная способность K_{V_y} , определяемая как среднее значение $K_{V_{100}}$ для клапанов данного типоразмера. Отклонение действительной величины $K_{V_{100}}$ от K_{V_y} не должно превышать 8 %. Для регулирующих клапанов с размерами от $D_y = 15 \text{ мм}$ до $D_y = 500 \text{ мм}$ значения K_{V_y} обычно образуют следующий ряд, $\text{м}^3/\text{ч}$: 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000.

Для удобства анализа, оценки и расчетов, как правило, используют относительную пропускную способность q и относительный ход l . При этом $q = K_V/K_{V_y}$ и $l = S/S_y$ изменяются от 0 до 1.

Пропускная характеристика $K_V = f(S)$ определяет зависимость пропускной способности от перемещения затвора S . Промышленность выпускает регулирующие клапаны в основном с линейной и равнопроцентной пропускной характеристиками, которые наиболее часто применяются при управлении техническими процессами на производстве. При линейной пропускной характеристике приращение относительной пропускной способности пропорционально относительному ходу $dq = m dl$, где m — коэффициент пропорциональности (тангенс угла наклона характеристики). При равнопроцентной характеристике приращение относительной пропускной способности пропорционально текущему значению относительной пропускной способности

$$dq/dl = m_1 q,$$

где m_1 — коэффициент пропорциональности.

Таким образом, $q = f(l)$ — пропускная характеристика клапана в относительных единицах, а $K_V = f(S)$ — в абсолютных. Использование пропускных

характеристик в безразмерном виде удобно для общей оценки различных по размерам клапанов.

При малых значениях K_V пропускная способность может не соответствовать пропускной характеристике. Отношение условного значения пропускной способности клапана к минимальной пропускной способности представляет собой диапазон регулирования $D = K_{V_{\max}}/K_{V_{\min}}$, который в серийных двухседельных клапанах при линейной характеристике равен 7,5, а при равнопроцентной — 18.

На рис. 2.5 изображены линейная и равнопроцентная пропускные характеристики. Такие зависимости действительны при постоянном перепаде давлений на клапане, т. е. в условиях, когда перепад давлений на клапане не зависит от расхода среды, а в регулируемой системе все остальные гидравлические сопро-

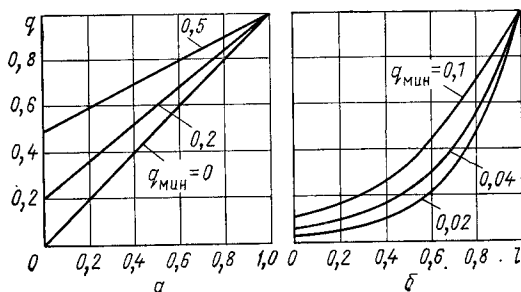


Рис. 2.5. Линейная (а) и равнопроцентная (б) пропускные характеристики $q = f(l)$ регулирующих клапанов.

тивления по сравнению с гидравлическим сопротивлением клапана пренебрежимо малы. В этом случае расходная характеристика клапана совпадает с его пропускной характеристикой.

В реальных трубопроводных системах перепад давлений на регулирующем клапане изменяется в зависимости от гидравлических характеристик насосной установки, составляющих элементов трубопроводной системы, расхода среды потребителями, свойств перемещаемой среды, ее вязкости, гидравлического режима движения, способности вскипания в связи с понижением давления и некоторых других факторов. В этих условиях расходная характеристика клапана не совпадает с его пропускной характеристикой. По существу расходная характеристика клапана определяет собой расходную характеристику системы (с установленным на ней регулирующим клапаном), выражающую зависимость пропускной способности системы от хода плунжера клапана.

Характер и степень различия пропускной и расходной характеристик определяются в зависимости от отношения $n = K_{V_y}/K_{V_T}$, где K_{V_T} — пропускная способность системы (трубопровода) без арматуры. На рис. 2.6 приведены расходные характеристики клапанов с линейной и равнопроцентной пропускными характеристиками при различных значениях n . С увеличением n расходные характеристики все больше отличаются от пропускных, в связи с этим для получения линейной расходной характеристики, которая желательна в подавляющем большинстве случаев эксплуатации систем, при $n \leq 1,5$ целесообразно применять регулирующие клапаны с линейной, а при $n \geq 3$ с равнопроцентной пропускными характеристиками. При $1,5 < n < 3$ пропускная характеристика выбирается с учетом конкретных условий эксплуатации регулирующего клапана. В процессе эксплуатации регулирующий клапан обычно работает в условиях, когда используется определенный участок хода плунжера. Задаваясь длиной этого участка l и требуемыми значениями коэффициента пропускной способности, с помощью графика на рис. 2.7 выбирают кривую, удовлетворяющую этим требованиям, и по ней находят требуемое значение K_{V_y} для клапана. Последнее определяет собой и необходимое значение D_y .

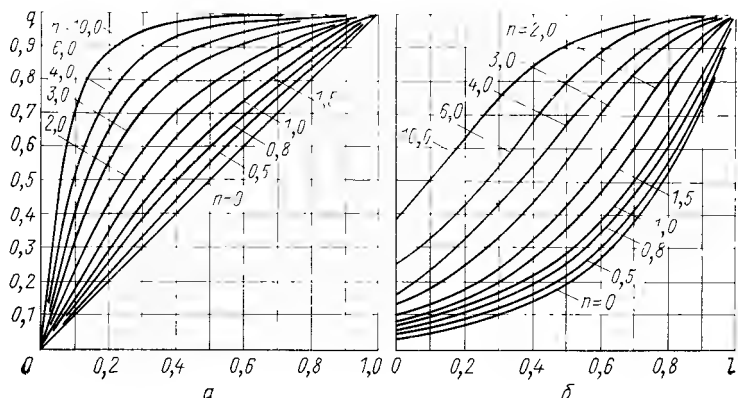


Рис. 2.6. Расходные характеристики клапанов с линейной (а) и равнопроцентной (б) пропускными характеристиками при различных значениях n .

При выборе регулирующего клапана желательно обеспечить близкое совпадение требуемого и действительного значений K_{V100} (с учетом необходимого запаса). При значении K_{V100} , меньшем, чем требуется, не будет обеспечен максимальный расход среды через систему, при большем значении K_{V100} регулирующий клапан будет работать в более узком интервале значений S , что ухудшает его эксплуатационные показатели: увеличивается погрешность регулирования, усиливается износ седла и плунжера в связи с работой на узких щелях

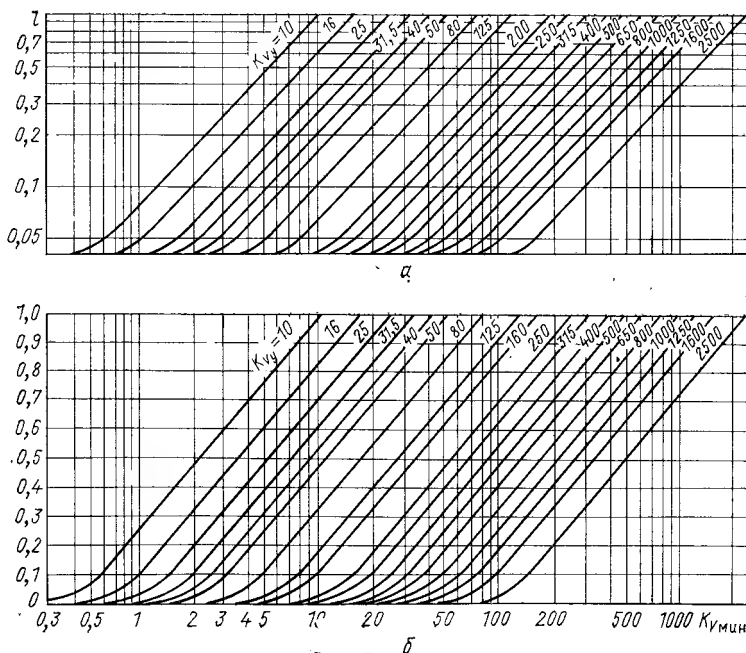


Рис. 2.7. График для выбора регулирующего клапана с линейной (а) и равнопроцентной (б) пропускными характеристиками.

и т. д. Поскольку номенклатура выпускаемых регулирующих клапанов ограничена, они во многих случаях работают в пределах части полного хода плунжера, определяемой рабочими значениями $K_{V \max}$ и $K_{V \min}$ при соответствующих им рабочих значениях хода плунжера $S_{\min}$ и $S_{\max}$, определяемых по расходной характеристике.

В конечном итоге выбор регулирующего клапана из числа серийно выпускаемых по его гидравлическим параметрам сводится к выбору вида пропускной характеристики (линейной или равнопроцентной) и его условного диаметра прохода D_y . Методика выбора регулирующих клапанов и заслонок приведена в ГОСТ 16443—70. Условный диаметр прохода D_y регулирующего клапана определяется по требуемому значению K_{V_y} , которое находится из условия $K_{V_y} \geq 1,2 K_{V \max}$, где $K_{V \max}$ — наибольшее рабочее (требуемое расчетное) значение K_V при полном подъеме плунжера.

Коэффициент запаса 1,2 принимается с учетом отклонений K_{V_y} в пределах $\pm 8\%$, а также с целью обеспечить возможность регулирования при значениях $K_{V \max}$ не только в сторону уменьшения расхода, но и в сторону его увеличения. Необходимость иметь запас диктуется и тем, что в процессе эксплуатации системы могут меняться давление, температура, вязкость и прочие параметры среды. Поскольку для обеспечения достаточно высокого качества регулирования значение D_y клапана следует выбирать возможно ближе к расчетному, по вычисленному значению K_{V_y} с учетом данных из каталогов выбирают регулирующий клапан с ближайшим большим значением K_{V_y} .

Дросселирующая арматура обычно работает в условиях значительных перепадов давлений. В состав ее входят дросселирующие устройства к охладителям пара РОУ (редукционно-охладительные установки) и БРОУ (быстро-включающиеся, или быстродействующие, редукционно-охладительные установки), охладители пара, дроссельные игольчатые вентили и дроссельные шибберные задвижки с электроприводом.

Помимо РОУ и БРОУ применяются редукционные установки РУ и быстро-включающиеся редукционные установки БРУ. БРОУ и БРУ открываются в 2 раза быстрее, чем обычные (15 с против 30 с). В особо важных случаях скорость включения составляет 2—4 с. В АЭС с турбинами на насыщенном паре используются только редукционные установки. Они применяются, например, для сброса пара из парогенератора в основной конденсатор, минуя турбину. Необходимость в этом появляется, когда турбина сбросила нагрузку по каким-либо причинам или пар еще в пусковом режиме и не должен направляться в турбину, или ведется расхолаживание реакторной установки. Линия БРУ отводится от соединительной паровой магистрали и при внезапном закрытии клапанов турбины острый пар сбрасывается в конденсатор. Используется БРУ и для получения пара требуемых параметров для станционных нужд. РУ (БРУ) снижают давление и уменьшают температуру пара. Как правило, эти установки периодического действия и работают обычно сравнительно непродолжительное время, но при включенной РУ дроссельная арматура работает непрерывно.

Схема редукционно-охладительной установки приведена на рис. 2.8. Процесс снижения давления и температуры пара происходит следующим образом. В редукционном клапане 1 (дроссельном) с электроприводом и в пареохладителе 3 снижается давление пара, после чего в пар с помощью форсунок 2 впрыскивается вода, снижающая температуру пара до требуемого значения. Для стабилизации параметров пара необходим определенный участок трубопровода, поэтому расход воды на впрыск регулируется при помощи клапана 7, работающего по импульсам, отбираемым в точке 8 на расстоянии 8—10 м после пареохладителя. Пареохладитель снабжен дроссельными решетками 9. Охлаждающая вода через быстро-включающийся запорный вентиль 5 поступает в дроссельное устройство 6, представляющее собой набор дроссельных шайб, и затем в трехходовой регулирующий клапан 7. Благодаря действию дроссельного устройства перед регулирующим клапаном всегда поддерживается постоянное давление на 1,0—1,5 МПа выше, чем в пареохладителе, так как при всех нагрузках расход воды через дроссельное устройство постоянен. Основная масса

Таблица 2.7. Регулирующие сильфонные вентили

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Рабочая среда	Пропускная способность KV , м³/ч	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
ПТ 27001-065 ПТ 27001-065-01 ПТ 27001-065-02 ПТ 27001-065-03 ПТ 27001-065-04 ПТ 27001-065-05	65	2,5	200	Жидкость, пароводяная смесь, воздух, азот	55	КУ КУ КУ КУ	РУ РУ ШМ ШМ КР КР	80	3—4	2Б, 3Б, 3В
ПТ 27001-100 ПТ 27001-100-01 ПТ 27001-100-02 ПТ 27001-100-03 ПТ 27001-100-04 ПТ 27001-100-05 ПТ 27001-100-06 ПТ 27001-100-07 ПТ 27001-100-08 ПТ 27001-100-09 ПТ 27001-100-10 ПТ 27001-100-11	100	2,5	200	То же	72,8 150	КУ КУ КУ КУ КУ КУ КУ КУ КУ КУ КУ КУ	РУ РУ ШМ ШМ КР КР РУ РУ ШМ ШМ КР КР КР	120 62 120 62	5 10 5 10	2Б, 3Б, 3В
ПТ 27001-150 ПТ 27001-150-01 ПТ 27001-150-02 ПТ 27001-150-03 ПТ 27001-150-04 ПТ 27001-150-05 ПТ 27001-150-06 ПТ 27001-150-07	150	2,5	200	»	174 364	КУ КУ КУ КУ КУ КУ КУ КУ	РУ РУ ШМ ШМ РУ РУ ШМ ШМ	290	6—7	2Б, 3Б, 3В
А 27071-01-015 А 27071-02-015 А 27071-03-015 А 27071-04-015 А 27071-05-015 А 27071-06-015	15	3	40	Газ	3,4 2,9 3,4 2,9 3,4 2,9	К	РУ РУ ШМ ШМ КР КР	35	5	2Б
У 27087-032 У 27087-032-01 У 27087-032-02 У 27087-050 У 27087-050-01 У 27087-050-02	32 50	4 4	200 200	Вода, газ, пар То же	10 40	К К	РУ ШМ КР РУ ШМ КР	79 79 71,5 58 58 52,5	4 4	3Б 3Б
С 27089-032 С 27089-032-01 С 27089-032-02	32	20	325	Вода, пароводяная смесь, воздух, азот	10	К	РУ ШМ КР	71	4	2А
С 26257-050 С 26257-050-01 С 26257-050-02 С 26257-080 С 26257-080-01 С 26257-080-02	50 80	20	325	Жидкость	40* 79	К	РУ ШМ КР РУ ШМ КР	144 200	2 4	2А

* Для клапана С 26257-050 указан расход при перепаде давления 0,2 МПа (2 кгс/см²).
Примечания. 1. Материал корпуса: У — углеродистая сталь; К — коррозионно-стойкая сталь. 2. Исполнение по управлению: РУ — вентиль с ручным управлением; ШМ — вентиль с шарнирной муфтой под дистанционно-расположенный привод; КР — вентиль с коническим редуктором и шарнирной муфтой под дистанционно-расположенный привод.

воды, проходящей через регулирующий клапан 7, поступает на впрыск, а остаток сливается из второго отверстия клапана в деаэратор. Регулирующий клапан поддерживает постоянный расход, который распределяется им между впрыском и сливом путем увеличения и одновременно уменьшения площадей открытого сечения для подачи воды на впрыск и на слив. После точки отбора импульса на трубопроводе низкого давления устанавливается предохранительный клапан 4 для защиты системы в случае, если давление превысит установленное значение.

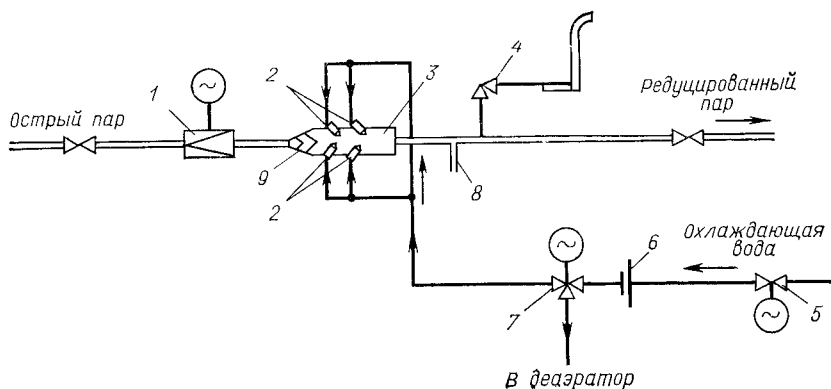


Рис. 2.8. Схема редукционно-охладительной установки (РОУ).

Управление РОУ — дистанционное, при помощи электроприводов, которые в БРОУ быстродействующие. Имеются ручные дублеры управления, позволяющие применять в случае необходимости ручное управление. РОУ выпускаются на высокие, средние и низкие параметры пара.

В каталогах энергетической арматуры приводятся данные о пропускной способности регулирующих и дроселирующих клапанов и характеристики, которые используются при выборе размера клапана. Приводятся графики тео-

Таблица 2.8. Дроссельные сильфонные вентили из коррозионно-стойкой стали

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Рабочая среда	Исполнение по управлению	Крутящий момент, необходимый для управления арматурой, Н·м	Число оборотов привода, необходимое для полного закрытия или открытия	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
A 27070-01-010 A 27070-02-010 A 27070-03-010	10	3	25	Газ	РУ ШМ КР	11	2,25	2Б
C 96295-032 C 96295-032-01 C 96295-032-02	32	20	325	Вода	РУ ШМ КР	68	1,5	2А

Примечание. Условные обозначения исполнений по управлению: РУ — вентиль с ручным управлением; ШМ — вентиль с шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод; КР — вентиль с коническим редуктором и шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод.

Таблица 2.9. Регулирующие и дроссельные клапаны

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Рабочая среда	Коэффициент пропускной способности, K_{vy} , м³/ч	Материал корпуса	Исполнение по управлению	Крутящий момент на приводном валу, Н·м	Число оборотов приводного вала	Класс и группа арматуры в зависимости от условий эксплуатации
УФ 68046-025 УФ 68046-040 УФ 68046-050 УФ 68046-065	25 40 50 65	1,0	50—170	Солевой агрессивный раствор	10 25 36 58	К	Дистанционное от ЭИМ	6 17 28 67	1/4	2Б
И 68038-500 И 68038-500-01 И 68038-500-02	500	1,0	60	Техническая вода	1635 2500 4000	У	То же	—	1/4	—
И 68051-500 И 68051-500-01 И 68051-500-02 И 68051-500-03	500	1,6	200	Пар, конденсат, вода	2500 4000	У	ШМ КР ШМ КР	68	32	2Б
A 68034-01-006	6	4,0	30	Газ	0,05	Л	ЭИМ	1	1/2	—
И 68055-150 И 68055-150-01 И 68055-150-02 И 68055-150-03 И 68055-150-04 И 68055-150-05 И 68055-150-06 И 68055-150-07 И 68065-150-08 И 68055-150-09 И 68055-150-10 И 68055-150-11 И 68055-150-12 И 68055-155-13 И 68055-150-14 И 68055-150-15 И 68055-150-16 И 68055-150-17 И 68055-150-18 И 68055-150-19	150	4,0	От —30 до 250	Азот, воздух, вода, водяной пар	400 250 160 100 63 400 250 160 100 63 400 250 160 100 63 400 250 160 100 63	К 				

Примечания. 1. Условные обозначения материала корпуса: У — углеродистая сталь; К — коррозионно-стойкая сталь; Л — латунь.

2. Условные обозначения исполнений по управлению: ЭП — клапан с электроприводом; ЭИМ — клапан с электрическим исполнительным механизмом; ШМ — клапан с шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод; КР — клапан с коническим редуктором и шарнирной муфтой под дистанционно расположенный привод; ШМ-ГО — шарнирная муфта с горизонтальной осью вращения; ШМ-ВО — шарнирная муфта с вертикальной осью вращения.

ретиического расхода пара через клапан при критическом перепаде давлений на клапане, определяемые по формуле

$$G = 0,0752 \mu_p F_c \sqrt{10 p_1 / V_1},$$

где G — расход пара, т/ч; F_c — площадь открытого сечения в седле, зависящая от хода плунжера, см²; p_1 — давление пара до клапана, МПа; V_1 — удельный объем пара, м³/кг; μ_p — коэффициент расхода (обычно принимается $\mu_p = 0,7$).

В табл. 2.7—2.10 приведены характеристики регулирующих и дроссельных вентилей и клапанов, а также дросселирующих устройств из числа применяемых на АЭС. В табл. 2.11 указаны данные быстродействующих редукционных устройств БРУ для АЭС.

Запорно-дроссельные, дроссельные и регулирующие клапаны, оснащенные встроенным электроприводом, устанавливаются только на горизонтальных участках, в положении шпинделем вверх, с направлением потока среды согласно стрелке, нанесенной на корпусе изделия.

Таблица 2.10. Регулирующая и дроссельная арматура ЧЗЭМ

Клапан	Обозначение	D_y^* , мм	p_p , МПа	t_p , °C
Регулирующий	958-400-Э-01	400	12	250
	958-400-Э-02	400	8,6	300
	810-250-ЭН	250	12	250
	810-100-ЭН	100	12	250
	958-100-Э	100	12	250
	810-50-Р ⁶ -Н	50	12	250
Дроссельный	959-150-Э-01	50	8,6	300
	959-150-Э-02	50	8,6	300
	959-150-Э-03	50	8,6	300
	853-100-Р ^а	100	6	275
Запорно-дроссельный, $Q = 900$ т/ч* (максимальный расход) Запорно-дроссельный	950-300/350-Э	300/350	8	300
	931-250/300-Э ^а	250/300	6	275
	936-150/250-Э	150/250	6	275

* В числителе данные для входного патрубка, в знаменателе — для выходного.

Таблица 2.11. Дросселирующие и быстродействующие редукционные устройства (БРУ) ЧЗЭМ

Наименование	Обозначение	D_y^* , мм	p_p , МПа	t_p , °C
Дросселирующее устройство II ступени АЭС, $Q = 900$ т/ч	960- $\frac{500}{800}$ -Ш-01	500/800	2,6/1,5	225/197
	960- $\frac{500}{800}$ -Ш-02	500/800	2,6/1,5	225/197

Наименование	Обозначение	D_y^* , мм	p_p , МПа	t_p , °C
Дросселирующее устройство	958- $\frac{400}{600}$ -Ш	400/600	3,46/1,15	242/188
Дросселирующее устройство БРУ АЭС, $Q=440$ т/ч	931-400-ШФ	400	2,8	230
Дросселирующее устройство I ступени АЭС, $Q=900$ т/ч	960- $\frac{350}{500}$ -Ш-01	300/500	4,5/2,6	260/225
	960- $\frac{350}{500}$ -Ш-02			
Дросселирующее устройство II ступени АЭС, $Q=200$ т/ч	936- $\frac{350}{450}$ -Ш	350/450	1,0/0,6	183/162
Дросселирующее устройство I ступени АЭС, $Q=200$ т/ч	936- $\frac{250}{350}$ -Ш	250/350	3,3/1,1	238/183
Дросселирующее устройство	959- $\frac{150}{400}$ -Ш	150/400	5,2/1,03	270/180
	855- $\frac{100}{250}$ -О	100/250	3,0	230

* В числителе данные для входного патрубка, в знаменателе — для выходного.

2.4. ВЫБОР ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

Предохранительная арматура на АЭС служит для автоматического выпуска (сбрасывания) избыточного объема пара, воды или газа из обслуживаемой системы при повышении в последней давления свыше предельно допустимого.

Предохранительная арматура, устанавливаемая на АЭС, должна обладать повышенной надежностью и высокой герметичностью запорного органа, точностью обратной посадки, долговечностью со сроком службы не менее срока службы основного оборудования.

По назначению предохранительная арматура подразделяется на следующие типы: предохранительные клапаны (ПК), импульсные предохранительные устройства (ИПУ) и мембранные разрывные устройства (МРУ). Предохранительные клапаны и импульсные предохранительные устройства используются многократно без перенастройки, они прекращают выпуск среды при понижении давления до установленного значения. Мембранные разрывные устройства служат для разового срабатывания, после чего требуется замена мембраны или всего устройства. В предохранительных клапанах (прямого действия) запорный орган открывается под действием давления среды непосредственно на тарелку клапана или на соединенный с ней сильфон, в импульсных предохранительных устройствах под действием давления среды срабатывает небольшой импульсный клапан, управляющий работой главного клапана. В зависимости от принципиальной схемы ИПУ для открытия главного клапана импульсный клапан должен подавать давление на поршень главного клапана или сбрасывать давление.

Предохранительные клапаны прямого действия подразделяются на полноподъемные с площадью открытого сечения щели между тарелкой и седлом не менее площади отверстия в седле и малоподъемные с площадью открытого се-

чения щели значительно меньшей, чем площадь отверстия в седле (обычно в 5—6 раз).

По способу нагружения усилием тарелки предохранительные клапаны подразделяются на рычажно-грузовые и пружинные. Подача среды может осуществляться в направлении «под тарелку» или «на тарелку». Пружинные клапаны более компактны, имеют меньшую массу, позволяют применять полноподъемные конструкции герметично закрытого типа с отводом среды в требуемые системы или емкости. Рычажно-грузовые клапаны на АЭС употребляются редко и в основном в качестве импульсных клапанов в ИПУ. Их недостаток — сильные удары тарелки по седлу под действием грузов, в связи с чем могут деформироваться уплотнительные поверхности седла и тарелки. Трение в шарнирах рычагов снижает чувствительность и увеличивает погрешности настройки срабатывания клапана.

Пружинные полноподъемные предохранительные клапаны (рис. 2.9) применяются на паровых и газовых контурах сравнительно небольших диаметров (до 50 мм). Чтобы не допустить утечки среды в окружающую атмосферу, применяются сифонные предохранительные клапаны, отличающиеся от обычных наличием удлиненного штока и проставки, равной длине сифона. Последний несколько снижает давление обратной посадки, поскольку возникает дополнительное усилие от давления в надзолотниковой полости на эффективную площадь сифона. При установке таких клапанов в системах первого контура они должны снабжаться электромагнитным приводом на открывание и закрывание для повышения надежности срабатывания клапана.

В первых контурах АЭС с ВВЭР предохранительные клапаны устанавливаются обычно на компенсаторах объема. При открывании этих клапанов образующийся пар сбрасывается в барботер под уровень воды. Помимо основных имеются дополнительные предохранительные клапаны меньшего диаметра прохода на каждой из петель ВВЭР в их отключаемых частях.

В одноконтурных АЭС предохранительные клапаны устанавливают на барабанах или трубопроводах. Во всех случаях сброс из них производится только в барботажные устройства, поскольку пар на этих станциях радиоактивен. В свою очередь, на барботерах имеются ИПУ с большой пропускной способностью (600 т/ч). По методу нагрузки ИПУ подразделяются на уп-

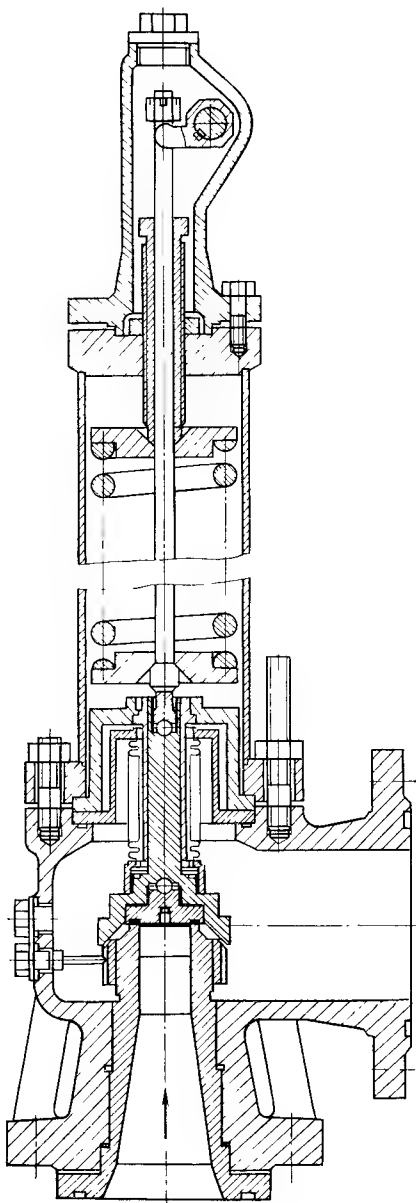


Рис. 2.9. Полноподъемный предохранительный клапан.

равляемые от рабочей среды, пружинные со вспомогательным управлением (с электромагнитной, пневматической или гидравлической нагрузкой), пилотные предохранительные устройства (имеющие управляющий элемент).

Предохранительные клапаны прямого действия имеют пропускную способность до 120—130 т/ч, что ограничивает их применение на АЭС. Для реакторных установок мощностью 1000 МВт требуются предохранительные клапаны с расходом пара 600—800 т/ч и более, такое количество пара целесообразно сбрасывать при помощи импульсно-предохранительных устройств, состоящих из главного клапана большого диаметра и небольшого импульсного клапана прямого действия.

Учитывая особые условия работы оборудования АЭС, Правила [9] предусматривают, что количество предохранительных клапанов, их размеры и пропускная способность должны быть определены расчетом так, чтобы давление в оборудовании не поднималось выше 110% рабочего. На компенсаторах объема, парогенераторах, а также на барабанах-сепараторах одноконтурных АЭС должно быть не менее двух предохранительных клапанов, один из которых контрольный. Если проверка исправности предохранительного клапана на работающем оборудовании невозможна, перед клапаном устанавливают переключающие устройства, позволяющие проверять исправность предохранительного клапана с отключением его от оборудования. Переключающие устройства при любом их положении должны оставлять соединенными с оборудованием оба или один предохранительный клапан, при этом число предохранительных клапанов должно быть удвоено. Клапаны устанавливаются соединенными попарно или иным способом.

На компенсаторах объема, барабанах-сепараторах и других сосудах первого контура, а также парогенераторах должны устанавливаться только импульсные предохранительные устройства. Причем вспомогательный импульсный клапан должен быть прямого действия диаметром не менее 15 мм и снабжен электромагнитным приводом на открывание и закрывание. В остальных случаях допускается применение рычажно-грузовых или пружинных (прямого действия) предохранительных клапанов, диаметр прохода которых должен быть не менее 20 мм.

Предохранительные клапаны должны устанавливаться на патрубках или трубопроводах, непосредственно присоединенных к оборудованию без промежуточных запорных органов. При наличии в графито-водяных реакторах каналов с перегревом пара импульсные предохранительные клапаны (устройства непрямого действия) должны быть установлены на выходных коллекторах пароперегревательных каналов или на паропроводе до главного запорного органа.

Оборудование и трубопроводы, работающие под давлением, меньшим давления питающего их источника, должны быть снабжены автоматическим редуцирующим устройством с манометром и предохранительным клапаном, установленными на стороне низкого давления. Установка запорных органов между предохранительным клапаном и защищаемым им объектом не допускается [10].

Для правильного выбора предохранительного клапана необходимо учитывать следующие основные условия его работы: фазовое состояние рабочего продукта (газ, пар, жидкость), наличие противодействия на выходе из клапана и возможность его изменения в процессе эксплуатации, место установки, необходимость вспомогательного дублирующего управления для открытия и закрытия клапана, давление срабатывания и требуемый расход при этом, давление обратной посадки, температура рабочей среды, а также требования по степени герметичности (допускаемой протечке) в затворе клапана при рабочих параметрах среды в защищаемой системе.

Фазовое состояние рабочего продукта обуславливает тип клапана, а именно: для газообразных сред и пара используются, как правило, полноподъемные предохранительные клапаны, для жидких — малоподъемные предохранительные клапаны пропорционального действия (пружинные).

Наличие противодействия на выходе из предохранительного клапана определяет его конструкцию. В этом случае все надклапанное пространство находится под давлением среды, и конструкция предохранительного клапана должна предусматривать герметизацию его полости по отношению к внешней среде. Этому условию не удовлетворяют грузовые предохранительные клапаны, в ко-

торых шток свободно движется в направляющем отверстии крышки, поэтому они не должны быть использованы для работы с противодавлением. Применение грузовых предохранительных клапанов в этих условиях может привести к тяжелым последствиям, в особенности на трубопроводах с радиоактивными жидкостями. Через зазор между крышкой и штоком будет проходить среда, создавая возле объекта опасную зону. Если давление за клапаном может изменяться в процессе работы системы, должны применяться только клапаны с уравнивающим элементом (например, сильфоном), так как в противном случае изменение давления за клапаном приведет к разрегулировке его настройки, т. е. преждевременному срабатыванию при уменьшении противодействия или повышению давления срабатывания при повышении противодействия.

Необходимость вспомогательного (дублирующего) управления диктуется условиями работы, местом установки клапана и требованиями по регламентным работам. Когда клапан устанавливается в необслуживаемых помещениях, допускаются конструкции без ручного подрыва. При установке в обслуживаемых помещениях, а также в тех случаях, где требуется проверка работоспособности клапана при проведении регламентных работ, должны применяться только клапаны с ручным подрывом или с подрывом от постороннего источника энергии (пневматического или электромагнитного). ИПУ должны обязательно снабжаться электромагнитами для принудительного подрыва и закрытия (нормы ФРГ и США допускают использование для принудительного подрыва и закрытия клапанов пневматических и гидравлических устройств).

Требуемые материалы корпусных частей и уплотнительных колец выбираются с учетом физических и коррозионных свойств среды, рабочих давления и температуры среды. Наиболее часто используется фланцевое соединение предохранительного клапана с емкостью, сосудом или трубопроводом или присоединение сваркой.

Предохранительный клапан в открытом виде должен пропускать рабочую среду с расходом, равным или несколько большим, чем расход поступающей в обслуживаемый сосуд среды; только в этом случае давление в сосуде будет снижаться. Поэтому пропускная способность предохранительного клапана является важным и ответственным параметром. При расчете количества и размеров предохранительных клапанов может быть использована следующая формула для определения пропускной способности предохранительного клапана, т/ч.

$$G = 3,16BK_{vy} \sqrt{\Delta p \rho_1},$$

где ρ_1 — плотность среды, г/см³, при абсолютном давлении среды до клапана и температуре t_1 ; B — коэффициент, учитывающий расширение газовой среды или пара (табл. 2.12), для жидкостей $B = 1$, для газов и пара $B < 1$; Δp — перепад давлений на клапане, МПа. Значение коэффициента B может быть определено по формуле

$$B = \frac{1}{\sqrt{1-\beta}} \sqrt{\frac{k}{k-1} (\beta^{2/k} - \beta^{(k+1)/k})},$$

где $\beta = p_2/p_1$; p_1 и p_2 — абсолютные давления среды соответственно до и после клапана; k — показатель адиабаты для данной газообразной среды, зависящий от давления и температуры среды. Для воздуха при температуре 20° С и атмосферном давлении $p = 0,1013$ МПа $k = 1,4$. Пропускная способность клапана K_{vy} принимается по каталожным данным.

Правила устройства и безопасности эксплуатации оборудования АЭС, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок предусматривают для определения пропускной способности предохранительного клапана возможность использовать его расходную характеристику или применить для расчета формулу

$$G = 5,08\alpha FB \sqrt{(p_1 - p_2) \rho_1},$$

где G — расход газа или жидкости, кг/ч; α — коэффициент расхода газа (или жидкости), определяемый проектной организацией (заводом-изготовителем) экспериментально для каждой конструкции клапана, значение α записывается в паспорт предохранительного клапана; F — площадь проточного сечения клапана, равная наименьшей площади сечения в проточной части, мм²; ρ_1 — плотность среды для параметров p_1 и t_1 , кг/м³; t_1 — температура среды перед клапаном, °C; B — коэффициент, определяемый по табл. 2.12 (для жидкостей $B = 1$).

Таблица 2.12. Значения коэффициента B

p_2/p_1	Показатель адиабаты k					p_2/p_1	Показатель адиабаты k				
	1	1,135	1,24	1,3	1,4		1	1,135	1,24	1,3	1,4
0	0,429	0,449	0,464	0,472	0,484	0,52	0,619	0,648	0,669	0,681	0,699
0,04	0,438	0,459	0,474	0,482	0,494	0,54	0,632	0,662	0,684	0,696	0,714
0,08	0,447	0,469	0,484	0,492	0,505	0,56	0,646	0,677	0,699	0,711	0,729
0,12	0,457	0,479	0,495	0,503	0,516	0,58	0,662	0,693	0,715	0,726	0,743
0,16	0,468	0,490	0,506	0,515	0,528	0,60	0,678	0,710	0,730	0,741	0,757
0,20	0,479	0,502	0,519	0,527	0,541	0,62	0,695	0,726	0,745	0,756	0,771
0,24	0,492	0,515	0,532	0,541	0,555	0,64	0,712	0,742	0,760	0,770	0,785
0,28	0,505	0,529	0,546	0,556	0,570	0,66	0,729	0,758	0,775	0,784	0,798
0,32	0,520	0,545	0,563	0,572	0,587	0,68	0,748	0,773	0,790	0,798	0,811
0,36	0,536	0,562	0,580	0,590	0,605	0,72	0,780	0,803	0,818	0,826	0,837
0,40	0,553	0,580	0,598	0,609	0,625	0,76	0,812	0,833	0,846	0,852	0,862
0,44	0,573	0,600	0,620	0,630	0,647	0,80	0,845	0,862	0,873	0,878	0,886
0,48	0,594	0,622	0,643	0,654	0,671	0,84	0,877	0,891	0,899	0,904	0,910
0,50	0,606	0,635	0,656	0,667	0,685	0,88	0,908	0,919	0,925	0,929	0,933
						0,92	0,939	0,946	0,951	0,953	0,956
						0,96	0,970	0,973	0,976	0,977	0,978
						1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Под расходной характеристикой в данном случае понимают зависимость пропускной способности клапана от разности давлений перед предохранительным клапаном и за ним ($p_1 - p_2$). Предохранительные клапаны на компенсаторах объема, барабанах-сепараторах, парогенераторах должны быть отрегулированы на давление, не превышающее приведенных в табл. 2.13 значений.

Когда по роду производства или вследствие действия содержащейся в сосуде среды предохранительный клапан не может надежно работать, сосуд должен быть снабжен предохранительной пластиной (разрывной мембраной), разрывающейся при повышении давления в сосуде не более чем на 25% рабо-

Таблица 2.13. Допускаемые давления при регулировке ответственных предохранительных клапанов (для компенсаторов объема, барабанов-сепараторов, парогенераторов)

Номинальное избыточное давление, МПа	Давление начала открытия предохранительных клапанов, МПа	
	контрольного	рабочего
До 1,3	$p_p + 0,02$	$p_p + 0,03$
1,3—5,9	$1,03p_p$	$1,05p_p$
5,9—13,7	$1,05p_p$	$1,08p_p$
13,7—22,1	$1,08p_p$	$1,08p_p$
Свыше 22,1	$1,10p_p$	$1,10p_p$

Таблица 2.14. Предохранительные клапаны прямого действия из коррозионно-стойкой стали

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	$p_{п.о.}$, МПа	t_p , °C	Рабочая среда	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
Р 53025-01-025	25	0,02—0,1	0,115	—40 +20	Газ	—
А 55061-00-050	50	0,26	0,34	100	»	2Б
А 55060-00-020 А 55060-00-020-01	20 20	3,0 1,17	3,46 1,39	От —10 до +40 От —10 до +40	» »	2Б 2Б
УФ 53051-015 УФ 53050-015	15 15	6,0 0,5 и 0,6	6,4 0,55 и 0,66	40 100	Дистиллят, азот Дистиллят	2Б 2Б
И 53076-050	50	14,0	14,7	350	Насыщенный водяной пар	1

Примечание. $p_{п.о.}$ — давление полного открытия.

Т а б л и ц а 2.15. Импульсно-предохранительные клапаны

Наименование клапана	Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	$p_{л.о.}$, МПа	t_p , °C	Рабочая среда	Материал корпуса	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
Главный предохранительный клапан	Р 59015-600	600	0,27 0,6 1,15	0,31 0,69 1,265	200	Вода, пар	У	2Б
Импульсный клапан	А 56006-01-025	25	0,27	0,31	160	Воляной пар	К	2Б
Импульсный клапан	Р 56004-025	25	0,6 1,15	0,69 1,265	200	Вода, пар	К	2Б
Импульсный клапан	И 56004-040 И 56004-040-01 И 56004-040-02	40	0,27 0,6 1,15	0,31 0,69 1,265	200	То же	К	2Б
Импульсно-предохранительное устройство	УФ 50018-200	200	0,45	0,6	158	Дистиллят, пароводяная смесь	К	2Б
Импульсно-предохранительное устройство	УФ 50019-040	40	0,5	0,55	60	Дистиллят	К	2Б

Примечание. $p_{л.о.}$ — давление полного открытия; У — углеродистая сталь; К — коррозионно-стойкая сталь.

чего давления (если это подтверждено расчетом). Разрывная мембрана может быть установлена перед предохранительным клапаном при условии, что между ними будет устройство, позволяющее контролировать исправность разрывной мембраны. Минимальный рабочий диаметр мембраны определяется по необходимой площади мембраны

$$F = \frac{G}{5,01\alpha B \sqrt{(p_1 - p_2) \rho_1}},$$

где F — площадь мембраны, мм².

Для отверстий, образующихся после разрушения мембраны, принимается коэффициент расхода $\alpha = 0,8$. При наличии противодействия за клапаном оно должно учитываться при расчете пропускной способности клапана. Рабочая среда, выходящая из предохранительного клапана, должна отводиться в безопасное место. Отводящие трубы должны быть снабжены устройством для слива скопившегося в них конденсата. Установка запорных органов на отводящих и дренажных трубах не допускается. Выброс радиоактивной воды в атмосферу не разрешается.

В табл. 2.14 приведены основные параметры предохранительных клапанов прямого действия, а в табл. 2.15—2.17 ИПУ разработки ЦКБА и ЧЗЭМ, применяемых на АЭС.

Таблица 2.16. Комплектация импульсно-предохранительных устройств

Обозначение главного клапана	Рабочее давление главного и импульсного клапанов, МПа	Обозначение импульсного клапана	Количество импульсных клапанов на один главный, шт.
Р 59015-600	0,27	А 56006-01-025 или И 56004-40	2 1
Р 59015-600	0,6	Р 56004-025 или И 56004-040-01	2 1
Р 59015-600	1,15	Р 56004-025 или И 56004-040-02	2 1

Предохранительные клапаны в зависимости от конструкции устанавливаются на горизонтальных патрубках и на вертикальных участках трубопроводов с вертикальным расположением штока, направленным вверх. Импульсные клапаны устанавливаются на специальном каркасе, в положении штоком строго вертикально.

При компоновке ИПУ импульсные клапаны должны устанавливаться как можно ближе к защищаемым сосудам и главному клапану, чтобы гидравлические сопротивления трактов подачи рабочей среды от сосуда до импульсного клапана и от импульсного до главного были минимальны, так как в противном случае увеличивается время срабатывания ИПУ. При установке электроконтактного манометра (ЭКМ) следует помнить, что импульсы на ЭКМ и ИК должны быть взяты с того сосуда, который защищает ГПК, причем точки отбора импульса должны быть расположены на таком расстоянии от штуцера ГПК, чтобы во время его срабатывания возмущение среды не сказывалось на работе ЭКМ и ИК.

Таблица 2.17. Предохранительная арматура ЧЗЭМ из углеродистой стали для АЭС

Наименование	Обозначение	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °С
Главный предохранительный клапан на 700 т/ч	899-250/400-0	250/400	8	300
Импульсно-предохранительный клапан	901-20-ЭМ	20	8	300
Предохранительный клапан	969-250/300-0-01	250/300	8	300
	969-250/300-0-02		6,8	282
	969-250/300-0-03		4,0	285
Предохранительный клапан	Э2875-0	250, 350	6	275
Импульсный клапан	586-20-0-01	20	6	275
	586-20-0-02	20	8	300

2.5. ВЫБОР ЗАЩИТНОЙ АРМАТУРЫ

Защитная арматура, так же как и предохранительная, предназначена для предотвращения аварийных ситуаций в системе, которую она обслуживает. Разница между ними заключается в том, что предохранительная арматура открывается и избыток среды сбрасывается из системы при повышении давления сверх установленного, а защитная арматура закрывается при повышении значения контролируемого параметра сверх установленного.

Защитная арматура подразделяется на автономно действующую, в которую входят обратные и отключающие клапаны, и управляемую (защитные устройства). Защитное устройство состоит из быстродействующего запорного (отсечного) устройства (быстродействующего запорного клапана, задвижки, крана), чувствительного элемента, который реагирует на изменение контролируемого параметра и дает командный сигнал, и привода (пневмо- или электропривода), перемещающего затвор запорного устройства. Иногда закрытие происходит под действием заранее взведенной пружины. Быстродействующие клапаны изготовляют с условным диаметром прохода до $D_y = 700 \div 800$ мм.

Обратные клапаны предназначены для предотвращения обратного потока в трубопроводе и срабатывают при образовании обратного потока в связи со снижением давления в одном из элементов системы. Обратные клапаны бывают подъемные и поворотные (захлопки), горизонтальные (для горизонтальных трубопроводов) и вертикальные (для вертикальных трубопроводов) (рис. 2.10). Они устанавливаются на линии только в одном направлении — с движением среды «под клапан» при открытом положении. Чтобы сделать обратный клапан более чувствительным к перемене направления потока и ускорить его посадку, тарелку снабжают пружинной или дополнительной массой. Это, однако, повышает гидравлическое сопротивление, т. е. потерю напора на перемещение среды в трубопроводе. Широкое применение на АЭС получили обратные поворотные клапаны безударной конструкции со смещенной осью поворота тарелки.

Вертикальные обратные клапаны помимо своего основного назначения выполняют еще одну функцию — предохраняют насос от запаривания. Для этой цели в корпусе предусмотрен специальный патрубок, к которому присоединяется линия рециркуляции. При работающем насосе и закрытой запорной задвижке или закрытом обратном клапане эта линия обеспечивает сброс воды в деаэрактор. Чтобы предотвратить быструю эрозию вентили, на линии рециркуляции устанавливается дросселирующее устройство.

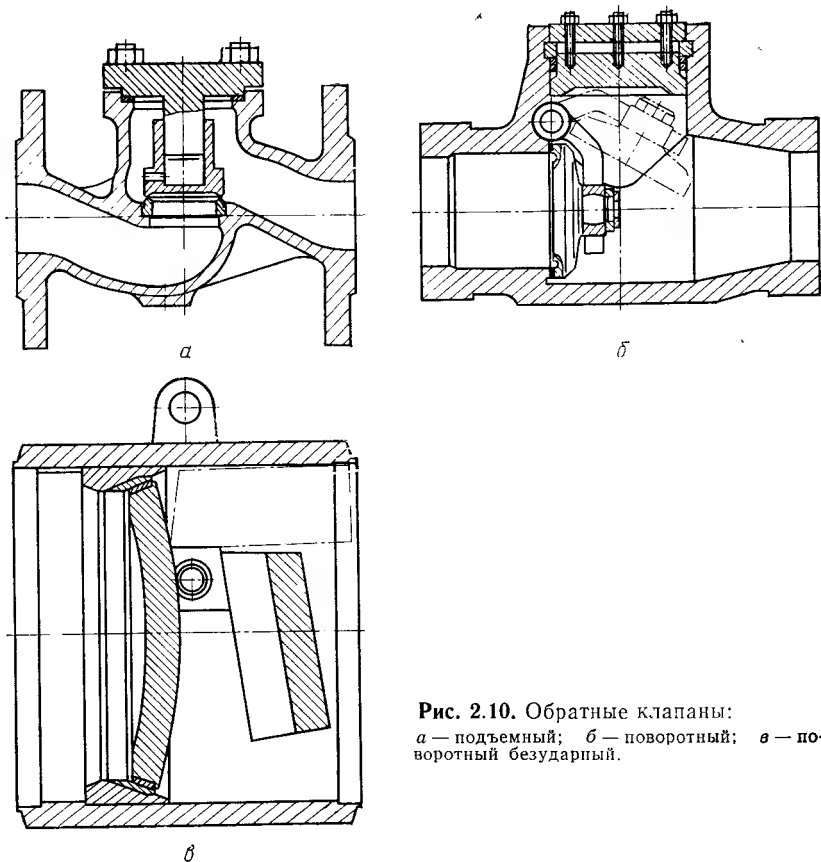


Рис. 2.10. Обратные клапаны:
 а — подъемный; б — поворотный; в — по-
 воротный безударный.

Обратные клапаны устанавливаются на всех питательных магистралях перед питаемым агрегатом (реактором, парогенератором, испарителем и т. п.). Пример установки обратного клапана показан на рис. 2.11, в котором запорная арматура с приводом установлена на всасывающей линии насоса, а на линии нагнетания монтируется обратный клапан.

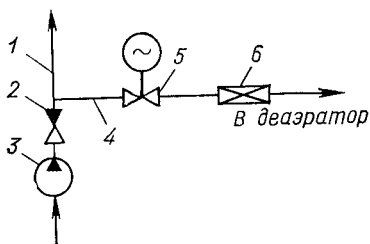


Рис. 2.11. Пример установки об-
 обратного клапана:

1 — питательная линия; 2 — обратный
 клапан; 3 — насос; 4 — линия разгруз-
 ки; 5 — запорная арматура с электро-
 приводом; 6 — дроселирующее уст-
 ройство.

Последний автоматически срабатывает (закрывается), как только остановится насос и появится обратный поток, после чего задвижка или другое запорное устройство может быть закрыто практически без перепада давлений на затворе. Обратные клапаны, устанавливаемые на главных трубопроводах, должны, как правило, в закрытом положении допускать естественную циркуляцию теплоносителя для сема остаточного тепловыделения в реакторе и для поддержания в контуре температуры, равной температуре в обслуживаемой установке. С этой целью в некоторых конструкциях полное закрытие обратного клапана может происходить только при об-

ратном потоке больше заданного расхода, но и при этом естественная циркуляция не прекращается, так как в диске каждого обратного клапана предусматривается небольшое отверстие, достаточное для циркуляции среды. В отдельных случаях обратный клапан используется как невозвратно-запорная арматура, для чего он снабжается шпинделем или другим устройством, позволяющим прижать тарелку клапана к седлу и зафиксировать ее в таком положении.

Все горизонтальные обратные клапаны энергетической арматуры снабжаются патрубками под приварку к трубопроводу, вертикальные обратные клапаны — фланцами. В настоящее время в энергетике наблюдается тенденция к замене подъемных горизонтальных обратных клапанов поворотными. В табл. 2.18 и 2.19 приведены некоторые из обратных клапанов, применяемых на АЭС.

Таблица 2.18. Обратные клапаны для АЭС

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Материал корпуса	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
Л 44077-100 Л 44077-100-01	100	4	350	К У	2Б 2Б, 3Б
Л 44077-200 Л 44077-200-01	200	4	350	К У	2Б 2Б, 3Б
Л 44077-300 Л 44077-400	300 400	4	350	К	2Б
Л 44077-600 Л 44077-600-01	600	4	350	К У	2Б 2Б, 3Б
Л 44082-050 Л 44082-065 Л 44082-300	50 65 300	10	350	К	2А
ПТ 44049-800 ПТ 44049-800-01	800	10	290	У	2А
Л 43020-025 Л 44076-100 Л 44076-200	25 100 200	20	350	К	2А

Примечание. У — углеродистая сталь; К — коррозионно-стойкая сталь.

В целях создания единообразия и унификации изделий арматуры разработаны размерные ряды обратных стальных клапанов, которыми рекомендуется пользоваться при проектировании арматуры и проектировании систем АЭС.

К защитным клапанам относятся отсечные, отключающие, впускные и автоматические. Отсечные НЗ-клапаны (табл. 2.20) предназначены для быстрого отключения трубопровода при аварийной ситуации или по технологическим требованиям. Характерной особенностью их является быстрое действие, которое обеспечивается поршневым пневмоприводом или пакетом тарельчатых пружин, действующих в момент закрывания. Пружины взводятся пневмо- или электроприводом. В электроприводной арматуре для удержания пружин во взведенном состоянии используют защелки, управляемые электромагнитами. Быстродействующие отсечные клапаны устанавливаются, например, во втором контуре ЯЭУ с реакторами, охлаждаемыми водой, между парогенератором и турбиной.

Таблица 2.19. Защитная арматура ЧЗЭМ из углеродистой стали

Наименование	Обозначение	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C
Обратный горизонтальный клапан	903-200-0	200	10	290
	903-100-0	100	10	290
Обратный поворотный клапан (исполнение 1)	904-400-0	400	10	290
	904-400-0	400	6	275
Обратный вертикальный клапан	905-400-0	400	10	165
	904-600-0	600	8,0	300
Обратный клапан	904-500-0	500	12	300
	935-250-0aAЭC	250	12	250

Таблица 2.20. Быстродействующие клапаны из коррозионно-стойкой стали с пневмоприводом

Обозначение исполнения	D_y , мм	p_p , МПа	t_p , °C	Вид действия	Класс и группа арматуры по условиям эксплуатации
С 96451-050	50	20	325	НЗ (нормально закрыт)	2А
С 96451-065	65	20			
		($\Delta p=15$)			
С 96451-100	100	20			
		($\Delta p=5$)			
С 96451-150	150	20			
		($\Delta p=2,5$)			
С 96454-010	10	20	325	НО (нормально открыт)	2А
С 96454-015	15	20			
С 96454-025	25	20			
С 96454-032	32	20			
С 96454-050	50	20			
С 96454-065	65	20			
		($\Delta p=15$)			
С 96454-100	100	20			
		($\Delta p=5$)			
С 96454-150	150	20			
		($\Delta p=2,5$)			
А 96374-050	50	1,0	200	Привод двухстороннего действия	2Б
А 96374-080	80				
А 96374-150	150				

Примечание. Δp — допустимый перепад давлений на клапане, МПа.

В случае разрыва трубопровода отсечной клапан закрывается, чем предотвращается выброс пара из второго контура.

Отсечные клапаны энергетических установок служат для аварийного отключения подогревателей высокого давления и перепуска питательной воды в парогенератор.

Отключающие НО-клапаны служат для предотвращения выпуска среды при разрыве импульсной трубки, подводящей среду к прибору, или при возникновении в импульсной трубке недопустимо больших протечек. Отключающий клапан закрывается при возрастании скорости потока свыше допустимой.

2.6. ВЫБОР КОНДЕНСАТООТВОДЧИКА

Из фазоразделительной арматуры на АЭС применяются в основном конденсатоотводчики, предназначенные для автоматического удаления конденсата из паропроводов. Конденсатоотводчики относятся к автономно действующей арматуре. Они работают с периодическим или постоянным отводом конденсата. На АЭС применяются периодически действующие термодинамические и поплавковые конденсатоотводчики. Диаметр условного прохода конденсатоотводчика выбирается по пропускной способности.

Термодинамические конденсатоотводчики работают на принципе, известном в физике под названием «аэродинамический эффект», а также на использовании термодинамических свойств пара. Конструкция типового термодинамического конденсатоотводчика показана на рис. 2.12.

При поступлении конденсата тарелка под действием рабочего давления отжимается от седла корпуса, и конденсат проходит в кольцевой паз седла корпуса к выходному патрубку. В это время тарелка находится во взвешенном состоянии. При поступлении в конденсатоотводчик пара в щели между тарелкой и седлом корпуса значительно повышается скорость и, следовательно, понижается статическое давление. Тарелка под действием разности давлений прижимается к седлу корпуса так, что между седлом и тарелкой остается только небольшой зазор. Пар проникает в камеру над тарелкой и прижимает ее к седлу корпуса вследствие разности площадей тарелки и входного отверстия в седле корпуса. Утечка пара прекращается. При появлении конденсата понижаются температура в камере над тарелкой и давление, тарелка поднимается, конденсат свободно вытекает до тех пор, пока не поступит пар, вызывающий закрытие седла тарелкой. Частота срабатывания зависит от температуры пара, пропускной способности и схемы установки конденсатоотводчика.

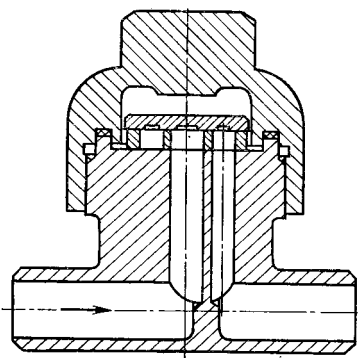


Рис. 2.12. Термодинамический конденсатоотводчик.

Работа термодинамического конденсатоотводчика в основном зависит от отношения диаметра тарелки к диаметру седла. Чем оно меньше, тем пропускная способность больше, но при отношениях меньше трех конденсатоотводчик не закрывается с поступлением пара, так как усилие, действующее на тарелку, недостаточно для запирания конденсатоотводчика. Время срабатывания и пропускная способность его зависят и от отношения диаметра входного отверстия в седле к выходному. С увеличением этого отношения растет время срабатывания, так как давление в камере над тарелкой повышается и увеличивается время конденсации. Конденсатоотводчик будет открываться реже. С уменьшением диаметра выходного отверстия уменьшается и пропускная способность. Кроме того, время срабатывания конденсатоотводчика зависит от ширины уплотнительного кольца. Чем шире кольцо, тем больше сопротивление на пути потока пара, тем меньше давление пара в верхней камере и тем меньше времени требуется для конденсации пара.

Основным преимуществом термодинамических конденсатоотводчиков является простота конструкции, низкая металлоемкость, минимальные габариты и низкая стоимость. Их недостаток — неустойчивая работа при давлении на входе ниже 0,1 МПа, а также ненадежная работа на загрязненном конденсате.

Термодинамические конденсатоотводчики выпускаются с $D_y = 10 \div 50$ мм на условное давление $p_y = 1 \div 10$ МПа при температуре $t_p \leq 300^\circ \text{C}$. Пропускная способность конденсатоотводчиков этого ряда от 0,63 до 2,5 м³/ч.

Поплавковые конденсатоотводчики с открытым поплавком (рис. 2.13) работают следующим образом. Пароконденсатная смесь попадает по горизонтальному штуцеру в корпус конденсатоотводчика и заполняет пространство

между корпусом и поплавком. Выделившийся конденсат накапливается в нижней части корпуса, и поплавок всплывает, закрывая иглой выпускное отверстие в вертикальной конденсатоотводной трубке. По мере накопления конденсата его уровень повышается, и, достигнув верхнего среза поплавка, конденсат переливается внутрь поплавка. Вес поплавка увеличивается, он теряет плавучесть и опускается, открывая выпускное окно конденсатоотводной трубки. Давлением пара конденсат вытесняется из поплавка, масса которого уменьшается, и он всплывает, закрывая выпускное отверстие седла.

Конденсатоотводчик, как правило, снабжается обводной линией с вентилем для выпуска больших количеств конденсата, образующихся при прогреве паропровода. В этом случае конденсат выпускается, минуя конденсатоотводчик, так как его пропускная способность

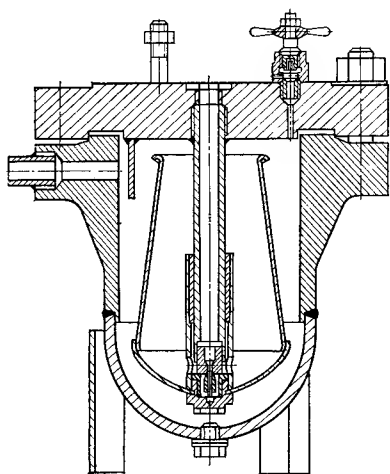


Рис. 2.13. Поплавковый конденсатоотводчик с открытым поплавком.

недостаточна: она рассчитывается для установившихся условий эксплуатации. На АЭС для выпуска больших количеств конденсата, например при пусках и остановках турбин, особенно турбин насыщенного пара, на обводе конденсатоотводчика устанавливается автоматический дренажный вентиль, открывающийся под действием пружины при снижении давления среды ниже номинального и закрывающийся при возрастании давления. Давление закрытия должно быть таким, чтобы конденсат, скапливающийся перед конденсатоотводчиком, был удален до закрытия дренажного вентиля.

Преимуществом поплавковых конденсатоотводчиков является их высокая чувствительность на малых перепадах давлений, а также возможность их устойчивой работы и на загрязненном конденсате. Недостаток — сложность конструкции, большие масса и габариты.

Конденсатоотводчики должны обладать достаточной производительностью. При недостаточной пропускной способности

конденсатоотводчика в системе будет накапливаться конденсат. При неоправданно большом конденсатоотводчике увеличиваются расходы на установку, а выпуски конденсата будут происходить с увеличенными интервалами и объемами. Выпуск конденсата зависит от диаметра выпускного отверстия в седле конденсатоотводчика, перепада давлений и массового объема конденсата, зависящего от температуры.

При отводе неохлажденного конденсата в трубопроводе образуется сложный поток из двух фаз — пара и воды, который может двигаться в виде отдельных участков пара и воды (водяных пробок) или в виде пароводяной эмульсии, возможно также послойное движение этих фаз. Поэтому плотность среды, движущейся по конденсатоотводному участку, значительно ниже плотности воды. При движении конденсата по конденсатопроводу и при выходе из него происходит падение давления, конденсат частично испаряется, образуя пар вторичного вскипания.

Вследствие этого производительность конденсатоотводчиков, измеренная по холодной воде, не соответствует производительности по горячему конденсату. Таким образом, при определении производительности конденсатоотводчика по горячему конденсату необходимо указанную в таблицах производительность по холодной воде уменьшить. Чем ниже температура конденсата и выше давление, тем больше производительность конденсатоотводчика по конденсату приближается к производительности по холодной воде.

Чтобы обеспечить возможность получения различных расходов на одном типоразмере, в конденсатоотводчиках могут быть установлены седла различного диаметра (имеются соответствующие номера, указываемые при заказе).

Производительность конденсатоотводчика по холодной воде определяется с учетом его пропускной способности K_{vy} . Для некоторых конденсатоотводчиков даны расходы по холодной воде в зависимости от перепада давлений и номера седла.

Когда необходимо обеспечить большой выпуск конденсата, превышающий производительность серийно выпускаемых конденсатоотводчиков, на месте изготавливаются поплавковые камеры соответствующего объема с закрытым поплавком. При заполнении объема камеры поплавок открывает клапан для выпуска конденсата и закрывает его по окончании выпуска.

При расчете производительности конденсатоотводчика необходимо учитывать уменьшение перепада, вводя поправочный коэффициент, учитывающий увеличение противодавления за конденсатоотводчиком. При отношении температур $t_k/t_n < 0,85$ пропускная способность равна пропускной способности по холодному конденсату. (Здесь t_k — температура конденсата; t_n — температура насыщения.) При отношении $t_k/t_n = 0,85 \div 1$ пропускная способность по конденсату с температурой насыщения составляет 0,5—0,6 от пропускной способности по конденсату с $t_n = 20^\circ \text{C}$.

Расчет конденсатоотводчиков всех типов производят по формулам:

$$G_1 = (50 \div 60) K_{V\text{макс}} \sqrt{\Delta p \rho_t} \text{ для } t_k/t_n = 0,85 \div 1,0;$$

$$G_2 = 100 K_{V\text{макс}} \sqrt{\Delta p \rho_t} \text{ для } t_k/t_n < 0,85,$$

где G_1, G_2 — действительная пропускная способность по конденсату при рабочих параметрах, кг/ч; $\Delta p = p_1 - p_2$ — перепад давления до и после конденсатоотводчика, МПа; ρ_t — плотность конденсата, кг/м³, при данной температуре t , $^\circ \text{C}$.

2.7 ВЫБОР ПРИВОДА

Для автоматизированного и механизированного управления арматурой применяются различные типы приводов. При их выборе учитываются интенсивность работы арматуры, место ее установки, возможность обслуживания, взаимосвязь с различной аппаратурой, пожаро- и взрывоопасность окружающей среды, а также экономические факторы.

Несмотря на некоторые недостатки, к которым относятся трудность обеспечения коррозионной защиты, необходимость оснащения сравнительно сложными пультами управления, значительная масса, увеличенная трудоемкость изготовления, электроприводы нашли широкое применение благодаря ряду существенных преимуществ перед другими видами приводов: эти приводы используют электроэнергию только в период работы, могут включаться на месте или дистанционно, что облегчает автоматическое управление процессами, при управлении электроприводами запаздывание во времени от подачи до исполнения команды незначительно. Относительная экономичность использования электроприводов возрастает при увеличении площади обслуживания или расстояния, с которого осуществляется управление. Кинетическую энергию вращающихся частей можно использовать для срыва с уплотнения затвора задвижек при открывании. Монтаж и обслуживание электроприводов не требует высокой квалификации персонала.

Для управления арматурой малых диаметров прохода могут применяться электромагнитные приводы. Их основные преимущества: незначительное количество движущихся деталей, большой ресурс, возможность обеспечения высокой частоты включений, небольшие габариты, удобство конструирования встроженных приводов и др. Недостатки — необходимость постоянной подачи энергии для удержания сердечника, возможность использования только тянущего или толкающего усилия, малый ход, ударное воздействие, зависимость усилия от напряжения, шум в приводах переменного тока.

Наиболее часто арматура с электромагнитным приводом применяется в системах управления и сигнализации для целей дренажа, спуска воздуха и т. п.

Когда для управления арматурой требуются большие усилия, используются гидравлические приводы; их преимущества — плавность хода, малый износ, удобство эксплуатации и недостатки — необходимость размещения насосной или аккумуляторной станции вблизи от управляемой арматуры, а также зависимость характеристик от параметров окружающей среды.

Получили также распространение пневматические поршневые и мембранные приводы. Достоинствами пневматических приводов являются быстрое

открывание и закрывание арматуры (время срабатывания составляет от одной до нескольких секунд), невысокая стоимость, незначительное влияние температуры окружающей атмосферы, высокая коррозионная стойкость, простота включения в логические схемы. К недостаткам пневматических поршневых приводов относят сложность получения постоянной скорости перемещения шпинделя арматуры и обеспечения медленного движения, трудность поглощения кинетической энергии движущихся частей в конце хода, затруднения при обеспечении синхронизации перемещения шпинделей двух или нескольких вентилей или задвижек, необходимость постоянной очистки воздуха от влаги, масла и абразивных частиц.

Мембранные пневматические приводы применяются главным образом в двухседельных регулирующих клапанах.

С вводом в строй мощных блоков АЭС повышается насыщенность систем, оснащенных арматурой, имеющей приводы. В последнее время в связи с повышением требований к арматуре в отношении быстродействия несколько увеличивается количество арматуры с пневмоприводом, однако наиболее распространенным остается электропривод [1, 5].

Электроприводы размещают как непосредственно на арматуре, так и отдельно от арматуры на месте, удобном для обслуживания. В последнем случае передача движения от привода на арматуру происходит через узлы дистанционного управления. Кинематическая цепь передачи при дистанционном управлении включает штанги, шарнирные муфты, зубчатые передачи. Пример схемы ручного дистанционного управления арматурой приведен на рис. 2.14.

Электроприводы широко используются для запорной и позиционно-регулирующей арматуры. Запорная арматура должна управляться таким образом, чтобы в требуемый момент времени запорный орган интервала времени. При закрытом положении запорного органа затвор должен быть прижат к седлу с заранее установленным усилием. Установка затвора в заданное положение при открывании требуется для всей арматуры и при закрывании параллельных задвижек больших диаметров прохода, в которых создаются условия самоуплотнения запорного органа давлением среды. Промежуточное положение затвора фиксируется путевыми выключателями, останавливающими привод при достижении затвором требуемого положения. Закрывание арматуры и открывание ее с посадкой затвора на «верхнее уплотнение» путем ограничения усилия вдоль шпинделя или штока достигается применением муфт ограничения крутящего момента. Таким обра-

Рис. 2.14. Схема управления арматурой с дистанционно расположенным приводом.

мент времени запорный орган интервала времени. При закрытом положении запорного органа затвор должен быть прижат к седлу с заранее установленным усилием. Установка затвора в заданное положение при открывании требуется для всей арматуры и при закрывании параллельных задвижек больших диаметров прохода, в которых создаются условия самоуплотнения запорного органа давлением среды. Промежуточное положение затвора фиксируется путевыми выключателями, останавливающими привод при достижении затвором требуемого положения. Закрывание арматуры и открывание ее с посадкой затвора на «верхнее уплотнение» путем ограничения усилия вдоль шпинделя или штока достигается применением муфт ограничения крутящего момента. Таким обра-

зом, электропривод должен создавать возможность закрывать и открывать арматуру с требуемой скоростью, останавливать затвор в заданном положении или при достижении заданного осевого усилия. В соответствии с этими требованиями электроприводы унифицированного ряда позволяют осуществлять следующее:

открытие и закрытие прохода арматуры с пульта управления и остановку затвора арматуры в любом промежуточном положении;

автоматическое отключение электродвигателя муфтой ограничения крутящего момента при достижении затвором крайних положений («открыто», «закрыто») и при аварийном заедании подвижных частей в процессе движения на открытие или закрытие;

сигнализацию на пульте управления крайних положений затвора лампами «НЗ», «Н1» и срабатывание муфты ограничения крутящего момента — лампой «Н2»;

автоматическое отключение электродвигателя путевыми выключателями «S2» и «S3» при достижении затвором арматуры крайних положений;

указание крайних положений затвора на циферблате местного указателя;

указание степени открытия прохода арматуры на пульте управления;

автоматическое переключение электропривода из положения ручного управления на электрическое;

электрическую блокировку электроприводов с работой других механизмов и агрегатов.

В зависимости от значения крутящего момента электроприводы различаются по типам (табл. 2.21). Все электроприводы, кроме электроприводов типа М, имеют по две модификации редукторов, обеспечивающие различные частоты вращения выходного вала. Электроприводы типов Б, В, Г с частотами вращения 40—50 об/мин, типа А с частотой вращения 24 об/мин применяются для управления задвижками. Электроприводы типов Б, В, Г с частотами вращения 20—25 об/мин и типа А с частотой вращения 12 об/мин применяются для управления вентилями.

Таблица 2.21. Технические данные электроприводов

Тип присоединения	Крутящий момент, Н·м	Частота вращения приводного вала, об/мин	Интервал настройки предельного числа оборотов приводного вала	Тип присоединения	Крутящий момент, Н·м	Частота вращения приводного вала, об/мин	Интервал настройки предельного числа оборотов приводного вала
М	5—10 10—25	9,5	1—6 4—24	Г	1000—2500	20, 40	4—24 24—144 144—800
А	25—60 60—100	12, 24	1—10 10—45				1—6 6—36 36—200
Б	100—250	25, 50	1—6				
В	250—630 630—1000	24, 48	6—36 36—200	Д	2500—8500	10	1—6 6—36
					6300—10000	9,3	36—200

Для дистанционного указания степени открытия прохода арматуры электроприводы по особому заказу потребителя поставляют с переменным сопротивлением, которое выполняет функцию датчика.

Электроприводы типов Б, В, Г и Д изготавливаются в нормальном и взрывозащищенном исполнениях. Последние применяются в помещениях, где могут скапливаться взрывоопасные и пожароопасные газы, смеси газов, пары жидкостей. Отнесение помещений к пожаро- и взрывоопасным производится в соответствии с «Правилами устройства электрических установок».

Параметры электроприводов отражены в индексе заказа (условном обозначении) привода, состоящем из девяти знаков (цифр и букв). Первые два знака (цифра 87) обозначают электропривод с электродвигателем и редуктором. Следующим знаком является одна из букв М, А, Б, В, Г или Д, обозначающая тип присоединения электропривода к арматуре. Все электроприводы присоединяются к арматуре при помощи четырех шпилек, но размеры опорных площадок и диаметры шпилек для различных типов присоединений различны. С увеличением крутящего момента, развиваемого приводом, они увеличиваются. Чтобы разгрузить шпильки от срезающих усилий, создаваемых передаваемым от привода к арматуре крутящим моментом, предусмотрены шпонки (на присоединениях типов Г и Д по две, на присоединении типа В — одна).

Следующая цифра условно указывает крутящий момент электропривода. Внутри интервала моментов — от наименьшего до наибольшего, на которые рассчитан привод, требуемый момент регулируется муфтой ограничения крутящего момента.

Следующая цифра условно обозначает частоту вращения, об/мин, приводного вала электропривода, передающего вращение ходовой гайке арматуры или шпинделю. Затем указывается условно полное число оборотов приводного вала, которое он может сделать в зависимости от исполнения коробки путевых и моментных выключателей. Этим ограничивается первая группа знаков. Вторая группа состоит из двух букв и цифры. Первая буква второй группы обозначений указывает исполнение привода по климатическим условиям: У — для умеренного климата; М — морозостойкое; Т — тропическое; П — для повышенной температуры. Вторая буква обозначает вид подключения контрольного кабеля к коробке электропривода: Ш — штепсельный разъем; С — сальниковый ввод. Последняя цифра указывает исполнение привода по взрывозащите: 1 — нормальное исполнение Н; 2 — категории взрывозащитности ВЗГ; 3 — категория В4А; 4 — категория В4Д. Таким образом, электропривод под обозначением 87В571 УС1 имеет следующие данные: 87 — электропривод; В — тип присоединения; 5 — крутящие моменты от 630 до 1000 Н · м; 7 — частота вращения приводного вала 48 об/мин; 1 — полное число оборотов приводного вала (1—6); У — для умеренного климата; С — сальниковый ввод контрольного кабеля; 1 — исполнение по взрывозащите нормальное Н.

В зависимости от установки внутри или снаружи герметичного помещения станции (оболочки) электроприводы подразделяются соответственно на две группы.

К электроприводам арматуры АЭС предъявляются следующие основные требования.

Электропривод должен иметь двухстороннюю муфту ограничения крутящего момента, позволяющую отключать двигатель микровыключателями муфты в крайних положениях и в любом промежуточном при аварийном заклинивании подвижных частей. В сторону закрытия и в сторону открытия муфта должна регулироваться отдельно, ее микровыключатели должны иметь блокировку, исключающую самопроизвольный повторный запуск электродвигателя.

Концевые и путевые выключатели и микровыключатели муфты ограничения крутящего момента должны работать в цепи переменного тока напряжением 220 В. Разрывная мощность контактов не менее 100 Вт.

Должно быть обеспечено автоматическое переключение электропривода из положения ручного управления на электрическое.

Для электроприводов используется консистентная смазка ЦИАТИМ-221.

Встроенный электропривод, установленный на арматуре, позволяет контролировать на месте положение движущихся частей арматуры и обеспечивает передачу этих сведений на пульт управления; он может быть повернут в горизонтальной плоскости на любой угол относительно оси шпинделя, кратный 90°.

Изоляция электрических соединений в корпусе привода и между собой не должна быть ниже 1,0 МОм в наиболее тяжелых условиях работы.

Условия эксплуатации электроприводов арматуры АЭС принимаются следующими: температура окружающего воздуха до 40° С, в герметизированном помещении до 60° С; относительная влажность до 100% при температуре 20° С;

мощность дозы понижающего излучения в районе установки арматуры $5 \cdot 10^5$ МР/ч.

К электроприводам, работающим под защитной оболочкой, предъявляется ряд дополнительных требований по сохранению работоспособности при следующих условиях:

Температура окружающей среды в случае аварии	до 150°C
Давление окружающей среды	до 0,5 МПа
Влажность	100%
Мощность дозы ионизирующего излучения	$5 \cdot 10^6$ МР/ч

Возможно интенсивное орошение раствором борной кислоты с концентрацией 16 г/кг. В этих электроприводах внутренние полости, в том числе полости коробок путевых и моментных выключателей, должны быть герметичны. Наружные поверхности не должны иметь мест, способствующих накоплению радиационных загрязнений. Электроприводы должны быть укомплектованы герметичным соединителем вилка — розетка.

Для дистанционного указания степени открытия прохода арматуры электроприводы поставляются с переменным сопротивлением, которое выполняет функции датчика. Показывающий прибор в комплект поставки не входит.

На корпусе привода должен быть предусмотрен зажим для заземления. В приводе типа М должен быть предусмотрен также зажим внутри кожуха, соединенный с корпусом привода для присоединения нулевой жилы кабеля 380 В и двигателя АВ-042-4МА1. Заземляющие зажимы должны быть снабжены устройством от самоотвинчивания.

В табл. 2.22 приведены возможные условия эксплуатации электроприводов под оболочкой, которые могут иметь место при различных режимах работы АЭС, включая аварийные.

В табл. 2.23 приведены некоторые технические характеристики электроприводов, предназначенных для работы в обслуживаемых помещениях и в необслуживаемых помещениях герметизированной зоны — под защитной оболочкой. Электропривод выбирается с учетом наибольшего крутящего момента, необходимого для управления арматурой. Для определения крутящего момента проводится силовой расчет арматуры, который выполняется в следующем порядке.

1. Уточняют условия работы арматуры, определяют технические требования к герметичности, конструкцию, размеры и материал уплотнительных колец, свойства рабочей среды и энергетические параметры среды.
2. Определяют усилие Q_y на тарелке, диске или клине, необходимое для уплотнения затвора.
3. Рассчитывают усилие вдоль шпинделя или штока Q_1 , необходимое для создания усилия Q_y .
5. Определяют общее усилие на шпинделе (штоке) Q_0 , необходимое для перемещения затвора с учетом силы трения в сальнике T , сопротивления, создаваемого сальфоном, и др.
5. Рассчитывают крутящий момент на шпинделе M , необходимый для создания общего усилия Q_0 .
6. Определяют искомый параметр конструкции: крутящий момент на приводе, передаточное отношение редуктора, диаметр маховика, диаметр цилиндра пневмопривода и т. п.

При уточнении условий работы арматуры должны быть установлены: назначение арматуры, рабочая среда и ее свойства, рабочее давление и температура, класс герметичности, время срабатывания, интенсивность эксплуатации (число срабатываний, циклов «открыто—закрыто»), требования по надежности и долговечности, перепад давлений при открывании и направлении движения среды для вентиля и клапанов, материал уплотнительных колец, степень склонности материала к задиранью, предельно допустимые контактные давления на кольцах, геометрические параметры ходовой резьбы, материал деталей ходового узла — шпинделя и ходовой гайки, геометрические размеры сальникового устройства или размеры сальфона и т. п.

При выборе пневмогидроприводов с поступательным движением выходного звена используются данные о Q_0 , при выборе электроприводов и пневмо-

гидроприводов с вращательным движением используются данные о M . При подборе приводов с дистанционным управлением крутящий момент на приводе

$$M_d = M / \eta_{д.п.},$$

где $\eta_{д.п.} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots$ — КПД дистанционной передачи; $\eta_1, \eta_2, \eta_3 \dots$ — КПД составляющих элементов передачи (подшипников, зубчатых передач, шарнирных муфт).

Таблица 2.22. Возможные условия эксплуатации электроприводов под защитной оболочкой

Эксплуатационный параметр	Нормальный режим	Режим нарушения теплового режима	Режим малой аварии (без подъема давления под оболочкой)	Режим большой аварии (с подъемом давления под оболочкой)
Окружающая среда	Воздух	Паровоздушная смесь		
Давление, МПа	0,1006	0,12	0,17	0,5
Максимальная температура окружающей среды, °С	60		90	150
Максимальная относительная влажность при указанной температуре среды, %	90		100 (парогазовая смесь)	
Мощность дозы облучения, рад/ч	500		5000	50 000
Продолжительность режима, ч	—	15	5	10
Частота возникновения режима	—	1 раз в год		1 раз в 100 лет
Интенсивное орошение раствором борной кислоты концентрацией 16 г/кг и содержанием тиосульфата натрия 2 г/кг и гидразина 0,2 г/кг	Не производится		Производится	
			Температура раствора до 90°С	Температура раствора до 150°С
Деактивация (протирка тампоном наружных поверхностей) растворами: щелочными — 10 г/л NaOH + 5 г/л KMnO ₄ ; кислотными — 30 г/л H ₂ C ₂ O ₄ + 0,5 г/л H ₂ O ₂ или 10 г/л H ₂ C ₂ O ₄ + 1 г/л HNO ₃ Температура раствора 90°С	При регламентных работах (не чаще 1 раза в год)			При ревизии после аварии

Таблица 2.23. Электроприводы для арматуры АЭС

Тип присоединения	Пределы регулирования муфты ограни- чения крутящего момента, Н·м	Полное число оборотов приводного вала, об	Частота вращения приводного вала, об/мин	Электроприводы для установки в необслужива- емых помещени- ях — под защит- ной оболочкой и в полуслужив- аемых помеще- ниях	Электроприводы для установки в обслуживаемых помещениях	
				Обозначение	Обозначение	Индекс заказа
М	5—10	1—6 4—24	9,5	ТЭ 099.190 ТЭ 099.190-01	ТЭ 099.088-01М ТЭ 099.088-02М	87М111УШ1
	10—25	1—6 4—24		ТЭ 099.190-02 ТЭ 099.190-03	ТЭ 099.088-03М ТЭ 099.088-04М	87М113УШ1 4
А	25—60	1—10	12 24	ТЭ 099.191 ТЭ 099.191-01	ТЭ 099.058-01М ТЭ 099.058-02М	87А222УШ1 87А242УШ1
		10—45	12 24	ТЭ 099.191-02 ТЭ 099.191-03	ТЭ 099.058-04М ТЭ 099.058-05М	87А225УШ1 87А245УШ1
	60—100	1—10	12 24	ТЭ 099.191-04 ТЭ 099.191-05	ТЭ 099.058-07М ТЭ 099.058-08М	87А322УШ1 87А342УШ1
		10—45	12 24	ТЭ 099.191-06 ТЭ 099.191-07	ТЭ 099.058-010М ТЭ 099.058-011М	87А325УШ1 87А345УШ1
Б	100—250	1—6 6—36 36—200	25	—	Б 099.098-01М Б 099.098-02М Б 099.098-03М	87Б451УС1 87Б454УС1 87Б456УС1
		1—6 6—36 36—200	50		Б 099.098-04М Б 099.098-05М Б 099.098-06М	87Б481УС1 87Б484УС1 87Б486УС1
		1—6 6—36 36—200	25	ТЭ 099.192 ТЭ 099.192-01 ТЭ 099.192-02	Б 099.098-07М Б 099.098-08М Б 099.098-09М	87Б451УШ1 87Б454УШ1 87Б456УШ1
		1—6 6—36 36—200	50	ТЭ 099.192-03 ТЭ 099.192-04 ТЭ 099.192-05	Б 099.098-10М Б 099.098-11М Б 099.098-12М	87Б481УШ1 87Б484УШ1 87Б486УШ1
В	250—330	1—6 6—36 36—200	24	—	Б 099.100-01М Б 099.100-02М Б 099.100-03М	87В4641УС1 87В4644УС1 87В4646УС1
		1—6 6—36 36—200	48	—	Б 099.100-04М Б 099.100-05М Б 099.100-06М	87В4671УС1 87В4674УС1 87В4676УС1

Тип присоединения	Пределы регулировки муфты ограничения крутящего момента, Н·м	Полное число оборотов приводного вала, об	Частота вращения приводного вала, об/мин	Электроприводы для установки в необслуживаемых помещениях — под защитной оболочкой и в полубслуживаемых помещениях	Электроприводы для установки в обслуживаемых помещениях	
				Обозначение	Обозначение	Индекс заказа
В	250—630	1—6 6—36 36—200	24	ТЭ 099.193 ТЭ 099.193-01 ТЭ 099.193-02	Б 099.100-07М Б 099.100-08М Б 099.100-09М	87В4641УШ1 87В4644УШ1 87В4646УШ1
		1—6 6—36 36—200	48	ТЭ 099.193-03 ТЭ 099.193-04 ТЭ 099.193-05	Б 099.100-10М Б 099.100-11М Б 099.100-12М	87В4671УШ1 87В4674УШ1 87В4676УШ1
	630—1000	6—36	48	—	Б 099.100-13М	87В4674УС1
		1—6 6—36 36—200	24		Б 099.100-14М Б 099.100-15М Б 099.100-16М	87В541УС1 87В544УС1 87В546УС1
		1—6 6—36 36—200	48		Б 099.100-17М Б 099.100-18М Б 099.100-19М	87В571УС1 87В574УС1 87В576УС1
		1—6 6—36 36—200	24		Б 099.100-20М Б 099.100-21М Б 099.100-22М	87В541УШ1 87В544УШ1 87В546УШ1
		1—6 6—36 36—200	48		Б 099.100-23М Б 099.100-24М Б 099.100-25М	87В571УШ1 87В574УШ1 87В576УШ1
Г	1000—2500	1—6 6—36 36—200	20	—	Б 099.102-01М Б 099.102-02М Б 099.102-03М	87Г631УС1 87Г634УС1 87Г636УС1
		1—6 6—36 36—200 4—24 24—144 144—800	40		Б 099.102-04М Б 099.102-05М Б 099.102-06М Б 099.102-07М Б 099.102-08М Б 099.102-09М	87Г661УС1 87Г664УС1 87Г666УС1 87Г663УС1 87Г663аУС1 87Г667УС1
		1—6 6—36 36—200	20		Б 099.102-10М Б 099.102-11М Б 099.102-12М	87Г631УШ1 87Г634УШ1 87Г636УШ1

Тип присоединения	Пределы регулирования муфты ограничения крутящего момента, Н·м	Полное число оборотов приводного вала, об	Частота вращения приводного вала, об/мин	Электроприводы для установки в необслуживаемых помещениях — под защитной оболочкой и в полуслуживаемых помещениях	Электроприводы для установки в обслуживаемых помещениях	
				Обозначение	Обозначение	Индекс заказа
Г	1000—2500	1—6 6—36 36—200 4—24 24—144 144—800	40	ТЭ 099.194-03 ТЭ 099.194-04 ТЭ 099.194-05 ТЭ 099.194-06 ТЭ 099.194-07 ТЭ 099.194-08	Б 099.102-13М Б 099.102-14М Б 099.102-15М Б 099.102-16М Б 099.102-17М Б 099.102-18М	87Г661УШ1 87Г664УШ1 87Г666УШ1 87Г663УШ1 87Г663аУШ1 87Г667УШ1
		1—6 6—36 36—200		—	Б 099.104-01М Б 099.104-02М Б 099.104-03М	87Д711УС1 87Д714УС1 87Д716УС1
Д	2500—8500	1—6 6—36 36—200	10	ТЭ 099.195 ТЭ 099.195-01 ТЭ 099.195-02	Б 099.104-04М Б 099.104-05М Б 099.104-06М	87Д711УШ1 87Д714УШ1 87Д716УШ1
		1—6 6—36 36—200		ТЭ 099.195-03 ТЭ 099.195-04 ТЭ 099.195-05	Б 099.104-07М Б 099.104-08М Б 099.104-09М	87Д811УС1 87Д814УС1 87Д816УС1
	6300—10 000	1—6 6—36 36—200	9,3	—	Б 099.104-10М Б 099.104-11М Б 099.104-12М	87Д811УШ1 87Д814УШ1 87Д816УШ1
		1—6 6—36 36—200		—	Б 099.104-10М Б 099.104-11М Б 099.104-12М	87Д811УШ1 87Д814УШ1 87Д816УШ1

2.8. ВЫБОР РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

К распределительной арматуре относятся трехходовые вентили и клапаны, а также устройства, предназначенные для распределения рабочей среды в один из двух или нескольких трубопроводов. Вентили выполняют с ручным управлением, клапаны — с пневмо- или гидроприводами. Особое место занимают распределительные электромагнитные клапаны.

Распределительные клапаны с электромагнитным приводом (распределители) предназначены для дистанционного управления пневматическими и гидравлическими приводами трубопроводной арматуры и другими механизмами, а также используются в качестве исполнительного устройства с дистанционным управлением в системах отбора проб. В зависимости от числа патрубков, по которым может направляться рабочая среда, электромагнитные распределители подразделяются на трех-, четырех- и многоходовые (пять и более). Электромагнитные приводы распределителей могут иметь один или два электромагнита. Электромагниты могут быть тянущего, толкающего или тянуще-толкающего (реверсивного) действия. По режиму работы электромагнитные приводы могут быть с длительным или с кратковременным включением обмотки электромагнита. Рабочая среда (отрабатываемая) из цилиндра пневмо- или гидропривода может отводиться в атмосферу или коллектор (централизованно). Фиксация положения поршня в цилиндре и давления рабочей среды, подаваемой в цилиндр пневмогидропривода (управляющего давления), может производиться

с помощью электромагнитного привода путем фиксации затвора механической защелкой (например, шариковой) или с помощью встроенного обратного клапана.

Трехходовые распределительные клапаны применяются, как правило, для управления пневмо- и гидроприводами одностороннего действия и обычно имеют один патрубок для подачи рабочей среды и один патрубок или отверстие для выпуска отработавшей рабочей среды во время обратного хода привода. Для управления приводами двухстороннего действия применяются четырехходовые распределительные клапаны. Они имеют один патрубок для приема рабочей среды под давлением, два патрубка для подачи давления в управляемый привод и патрубок или отверстие (отверстия) для отвода отработавшей среды из полости привода. Распределительные клапаны, предназначенные для работы в системах отбора проб, имеют один выходной патрубок, который может соединяться с одним из нескольких входных патрубков.

Таблица 2.24. Пневматические распределители с электромагнитным приводом на давления $p_p = 2,5 \div 5,5$ МПа

Обозначение исполнения	D_y , мм	Тип распределителя	Напряжение питания, В	Мощность электромагнита, Вт
Б 055.013-01 Б 055.013-02	6	Трехходовой	24 220	15 15
Б 055.009-01.015 Б 055.009-02.015 Б 055.009-03.015	15	»	27 175—320 24	15 30 15
Б 099.018-01 Б 099.018-02	6	Четырехходовой	24 и 27 220	15

В табл. 2.24 приведены основные технические данные распределительных клапанов с электромагнитным приводом из числа применяемых на АЭС для управления пневмоприводами арматуры.

2.9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В табл. 2.1—2.24 приведены данные для предварительного выбора арматуры, устанавливаемой на АЭС. По данным этих таблиц определяется условное обозначение арматуры для указания в заказе. Окончательный выбор арматуры может быть сделан с учетом данных, приведенных в гл. 3, в которой приведены основные технические данные, монтажные и габаритные размеры, масса и т. п. Перечисленные в таблицах изделия предназначены для установки на трубопроводы, по которым транспортируется циркуляционная и питательная вода, пар и нейтральные газы. Скорость в трубопроводах питательной и циркуляционной воды до 8 м/с, скорость пара в трубопроводах до 60 м/с.

Задвижки устанавливаются в качестве запорных устройств на горизонтальных и вертикальных трубопроводах воды и пара (газа).

Регулирующие клапаны — в качестве регулирующих устройств на горизонтальных участках трубопроводов воды и конденсата.

Запорно-дроссельные клапаны используются на установках БРУ, предназначенных для быстрого включения и автоматического поддержания давления в магистрали питания деаэраторов (БРУ-Д), или в комплекте с дроссельными устройствами для сброса пара из основных трубопроводов РБМК в бар-

ботеры или конденсаторы турбины (БРУ-Б) и (БРУ-К), когда потребление пара на турбину меньше производительности парогенератора.

Главные предохранительные клапаны в комплекте с импульсными предохранительными клапанами применяются в качестве автоматически действующих предохранительных устройств, предназначенных для сброса пара в атмосферу или в емкость низкого давления, в случае повышения давления до клапана выше допустимого.

Обратные клапаны (горизонтальные и вертикальные) служат в качестве защитного устройства для автоматического предотвращения обратного потока среды в трубопроводе. Вертикальные обратные клапаны помимо основного назначения предохраняют насос от запаивания, для чего в корпусе клапана имеется специальный патрубок, к которому присоединяется линия рециркуляции, обеспечивающая при работающем насосе и закрытом клапане сброс воды в деаэратор. Для понижения давления в линии рециркуляции имеется дроссельное устройство, комплектно поставляемое с вертикальным обратным клапаном.

Арматура может устанавливаться и эксплуатироваться в необслуживаемых помещениях, куда возможен доступ обслуживающего персонала один раз в год, при условии организованного отвода протечек у сальниковой арматуры и использования у задвижек и регулирующих клапанов верхнего уплотнения шпинделя (штока) для разгрузки сальника.

Арматура без электропривода должна эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха до $+70^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до 90%. Арматура с электроприводом в нормальном исполнении или электромагнитным приводом (импульсные предохранительные клапаны) должна эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до 70% или при относительной влажности до 80% и температуре воздуха $+35^{\circ}\text{C}$.

Арматура может периодически промываться внутри и снаружи, за исключением встроенного электропривода и электромагнитов импульсных клапанов, растворами, принятыми на АЭС для промывки оборудования из углеродистых и коррозионно-стойких сталей.

ГЛАВА 3

МОНТАЖНЫЕ РАЗМЕРЫ АРМАТУРЫ

3.1. ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА

Для разработки проектных документов и выполнения монтажных и ремонтных работ необходимо иметь данные о назначении различных конструкций арматуры и их конструктивные параметры. С этой целью в настоящей главе приведены краткие описания и назначение различных изделий, их строительные длины и высоты, конструкции и размеры присоединительных элементов, масса изделий и т. п. В основном рассмотрены конструкции специальной арматуры, предназначенной для АЭС с РБМК и ВВЭР, так как данные о серийно выпускаемой энергетической арматуре имеются в соответствующих каталогах.

3.1.1. Задвижки

Задвижки на АЭС широко используются в качестве запорного устройства на трубопроводах $D_y \geq 100$ мм, в основном применяются клиновые задвижки с выдвинутым шпинделем, электроприводом и дистанционным управлением. Некоторые изделия выпускаются с различными модификациями по материалу корпусных деталей и по методу управления: с электроприводом, шарнирной муфтой под дистанционный привод без редуктора или с редуктором, снабженным конической либо цилиндрической передачей. При редукторе с конической передачей ось шарнирной муфты горизонтальна, при редукторе с цилиндрической передачей — вертикальна. Задвижки могут быть изготовлены из углеродистой или из коррозионно-стойкой стали в зависимости от назначения и условий работы арматуры.

Клиновые задвижки $D_y = 600$ и 800 мм на $p_y = 1,6$ МПа с выдвижным шпинделем, с патрубками под приварку. Условное обозначение ПТ 13065 (рис. 3.1, табл. 3.1). Предназначены для пара и конденсата рабочей температурой до 200°C . Корпус и крышка изготовляются из углеродистой стали 20

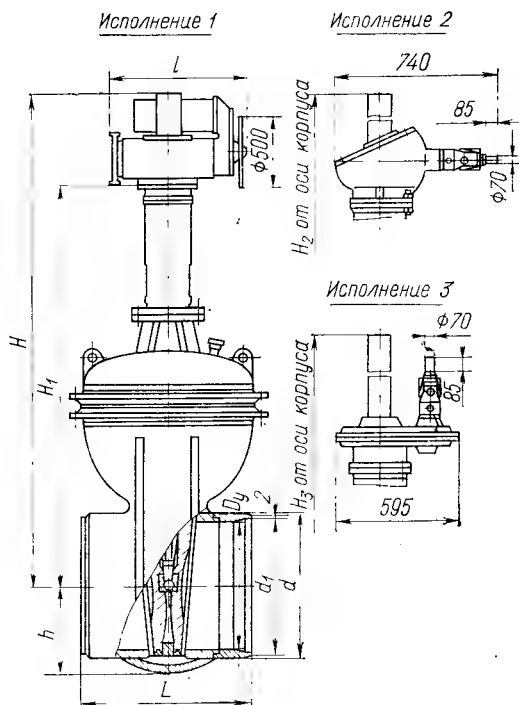


Рис. 3.1. Клиновая задвижка ПТ 13065 с выдвижным шпинделем.

или из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T (табл. 3.2). Задвижки устанавливают на горизонтальном трубопроводе приводом вверх и на вертикальном трубопроводе, если под электропривод предусмотрена опора. Задвижки изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1144—76 и относятся к арматуре класса 2Б или 3Б по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 2-му классу ГОСТ 9544—75. Сальниковая набивка из пропитанного асбеста, имеется организованный отвод протечек с ниппельным при-

Таблица 3.1. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса задвижек ПТ 13065, кг

D_y	L	d	d_1	H	H_1	H_2	H_3	h	l	Масса при исполнении		
										1 (ЭП)	2 (КР)	3 (ЦР)
600	800	630	614	~2820	~2112	~2820	~2830	372	720	1585	1460	1460
800	1000	820	800	~3610	~2710	~3610	~3610	475	520	2830	2751	2818

Таблица 3.2. Обозначения задвижек ПТ 13065

D_y , мм	Материал корпуса (марка стали)	С электроприводом (ЭП)	С шарнирной муфтой и коническим редуктором (КР)	С шарнирной муфтой и цилиндрическим редуктором (ЦР)
600	Сталь 20 08X18H10T	ПТ 13065-600 ПТ 13065-600-03	ПТ 13065-600-01 ПТ 13065-600-04	ПТ 13065-600-02 ПТ 13065-600-05
800	Сталь 20 08X18H10T	ПТ 13065-800 ПТ 13065-800-03	ПТ 13065-800-01 ПТ 13065-800-04	ПТ 13065-800-02 ПТ 13065-800-05

соединением отводной трубки. Задвижки выпускаются с электроприводом в нормальном исполнении и под дистанционный привод через шарнирную муфту с коническим или цилиндрическим редуктором. Задвижки снабжены электроприводами типа Б 099.102-03М с электродвигателем АОЛС 2-32-4 мощностью 4 кВт или электродвигателем 4АС100L4 мощностью 4,3 кВт. Время открывания и закрывания задвижки $D_y = 600$ мм — 2 мин, задвижки $D_y = 800$ мм — 2,1 мин. Гидравлическое испытание на прочность проводится при пробном давлении 2,4 МПа. При рабочей температуре среды $t_p \leq 200^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 1,6$ МПа (16 кгс/см²).

Клиновья двухдисковая задвижка $D_y = 500$ мм из углеродистой стали на $p_y = 2,5$ МПа: выдвижным шпинделем под дистанционное управление, с патрубками под приварку, обозначение ПТ 13047 (рис. 3.2). Предназначена для конденсата и пара рабочей температурой до 200°C . Корпус и крышка изготавливаются из углеродистой стали 22к. Задвижку устанавливают на горизонтальном трубопроводе редуктором вертикально вверх, допускается устанавливать задвижку с горизонтальным расположением шпинделя и опорой под редуктор. Задвижка изготавливается и поставляется по ТУ 26-07-1144—76 и относится к арматуре класса 2Б и 3Б по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 2-му классу ГОСТ 9544—75. Сальниковая набивка из асбеста с графитом, имеется организованный отвод протечек с ниппелем присоединением отводной трубки. Основное исполнение выполнено под управление от встроенного электропривода; имеется исполнение с шарнирной муфтой под дистанционный привод с коническим редуктором (ПТ 13047-01) или с цилиндрическим редуктором (ПТ 13047-02).

Гидравлическое испытание на прочность проводится при пробном давлении 3,8 МПа. При $t_p \leq 200^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 2,5$ МПа. Масса задвижки с электроприводом 2928 кг, исполнение 01—2851 кг, исполнение 02—2909 кг.

Клиновые задвижки на $p_y = 2,5$ МПа с выдвижным шпинделем, с патрубками под приварку. Условное обозначение МА 11075 (рис. 3.3, табл. 3.3). Предназначены для циркуляционной и питательной воды, пара и инертного газа рабочей температурой до 350°C . Корпус и крышка изготавливаются из углеродистой стали 25Л-III или из коррозионно-стойкой стали 10X18H9ТЛ. Рабочие и пробные давления имеют следующие значения:

Материал	p_y , МПа	$p_{пр}$, МПа	p_p при $t_p \leq 350^\circ \text{C}$, МПа
25Л-III	2,5	3,8	1,8
10X18H9ТЛ	2,5	3,8	2,1

Задвижки могут устанавливаться на трубопроводе в любом положении. Они изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1163—77 и относятся к арматуре класса 3Б, 2Б по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 2-му классу ГОСТ 9544—75. Набивка сальника выполнена из прессованных колец асбестового шнура АГ-1, имеется организованный отвод возможных протечек с ниппелем присоединением отводной трубки.

Задвижки выпускаются с электроприводом или с шарнирной муфтой под дистанционный привод. Между шарнирной муфтой и задвижкой может быть редуктор с конической или цилиндрической ($D_y = 600$ и 800 мм) передачей.

Задвижки изготавливаются с двумя вариантами соединения фланцев корпуса и крышки: с «усами» под мембранное уплотнение, создаваемое обваркой усов по периметру, и без них. Обозначения различных исполнений задвижек приведены в табл. 3.4. Основные данные и массы электроприводов приведены в табл. 3.5.

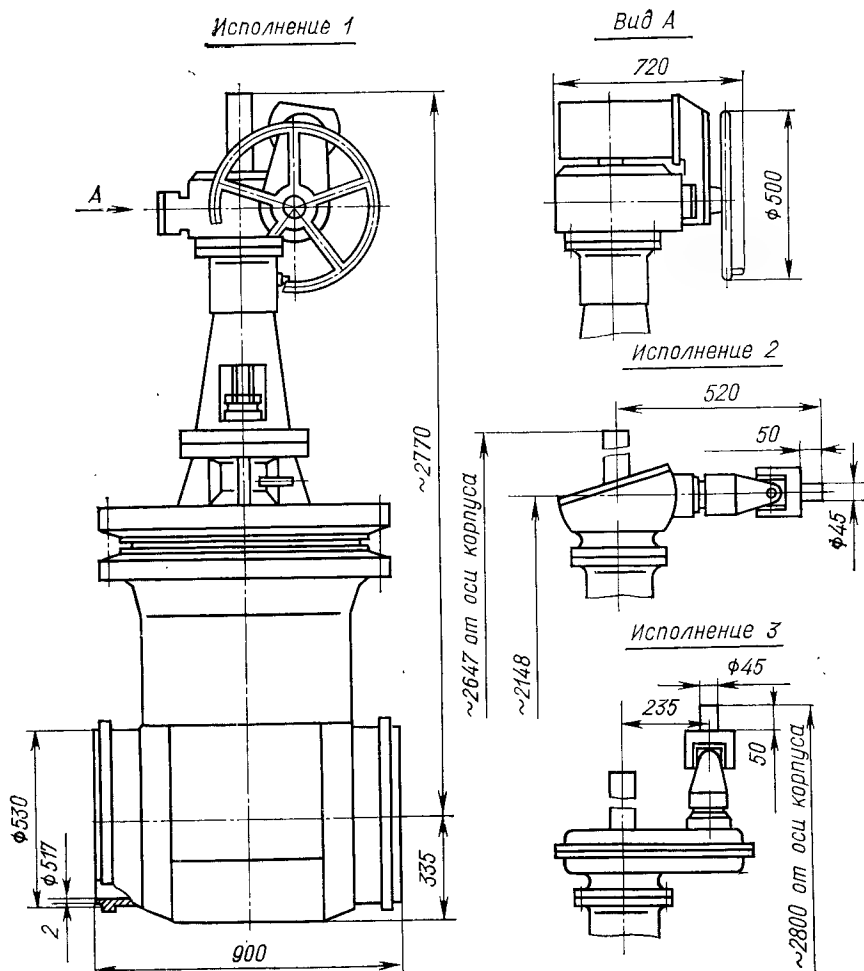


Рис. 3.2. Клиновая двухдисковая задвижка ПТ 13047 $D_y=500$ мм на $p_y=2,5$ МПа с выдвижным шпинделем.

Задвижки испытывают пробным гидравлическим давлением $p_{пр} = 3,8$ МПа. При $t_p \leq 350^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 1,8$ МПа. Если задвижка выполнена из коррозионно-стойкой стали, допускается $p_p = 2,1$ МПа.

Клиновые двухдисковые задвижки $D_y = 600$ и 800 мм с выдвижным шпинделем с патрубками под приварку. Условное обозначение МА 11112 (рис. 3.4, табл. 3.6). Предназначены для конденсата ($D_y = 600$ мм) и циркуляционной

Таблица 3.3. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса движков МА 11075, кг

D _у	L	d	d ₁	d ₂	c	H	H ₁	H ₂	H ₃	h	l	l ₁	D ₀	Масса при исполнении			
														ЭП	КР	ШМ	ЦР
300	700	332	308	36	1,5	~1765	~1275	~1610	~1760	310	665	357	400	700	640	630	—
400	850	435	415	36	2,5	~1765	~1275	~1610	~1760	310	665	357	400	800	740	730	—
600	1200	630	617	70	1,5	~3115	~2285	~2955	~2925	430	770	745	500	2900	2750	—	2850
800	1400	820	803	70	1,5	~3115	~2285	~2955	~2925	480	770	967	500	3150	3000	—	3100

Таблица 3.4. Обозначения движков МА 11075

D _у , мм	Материал корпуса	С Электроприводом (ЭП)	С шарнирной муфтой и коническим редуктором (КР)	С шарнирной муфтой без редуктора (ШМ)	С шарнирной муфтой и цилиндрическим редуктором (ЦР)
300	25Л-III	МА 11075-300-02* МА 11075-300-03 МА 11075-300* МА 11075-300-01	МА 11075-300-06* МА 11075-300-07 МА 11075-300-04* МА 11075-300-05	МА 11075-300-10* МА 11075-300-11 МА 11075-300-08* МА 11075-300-09	— — — —
400	25Л-III	МА 11075-400-02* МА 11075-400-03 МА 11075-400* МА 11075-400-01	МА 11075-400-06* МА 11075-400-07 МА 11075-400-04* МА 11075-400-05	МА 11075-400-10* МА 11075-400-11 МА 11075-400-08* МА 11075-400-09	— — — —
600	25Л-III	МА 11075-600-02* МА 11075-600-03 МА 11075-600* МА 11075-600-01	МА 11075-600-06* МА 11075-600-07 МА 11075-600-04* МА 11075-600-05	— — — —	МА 11075-600-10* МА 11075-600-11 МА 11075-600-08* МА 11075-600-09
800	25Л-III	МА 11075-800-02* МА 11075-800-03 МА 11075-800* МА 11075-800-01	МА 11075-800-06* МА 11075-800-07 МА 11075-800-04* МА 11075-800-05	— — — —	МА 11075-800-10* МА 11075-800-11 МА 11075-800-08* МА 11075-800-09

* Фланцевое соединение крышки с корпусом снабжено дополнительным мембранным сварным уплотнением.

воды ($D_y = 800$ мм) рабочей температурой до 350°C . Рабочие и пробные давления имеют следующие значения:

D_y , мм	p_p при $t_p \leq 350^\circ \text{C}$, МПа	$p_{пр}$, МПа
600	4	6,5
800	10	15,0

Открытие — закрывание задвижек производится при перепаде давления на затворе 2,5 МПа. Корпус и крышка изготавливаются из углеродистой стали 22к-ВД или из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т (табл. 3.7).

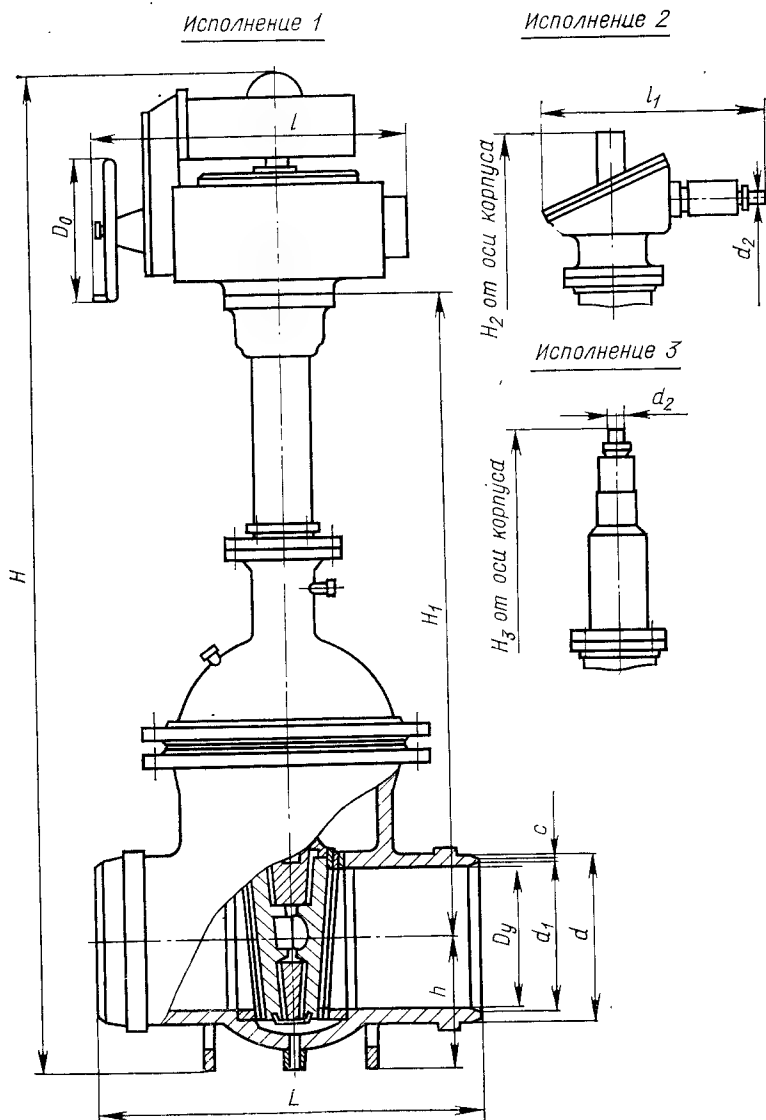


Рис. 3.3. Клиновая двухдисковая задвижка МА 11075 на $p_y = 2,5$ МПа с выдвижным шпинделем.

Исполнение 1

Исполнение 2

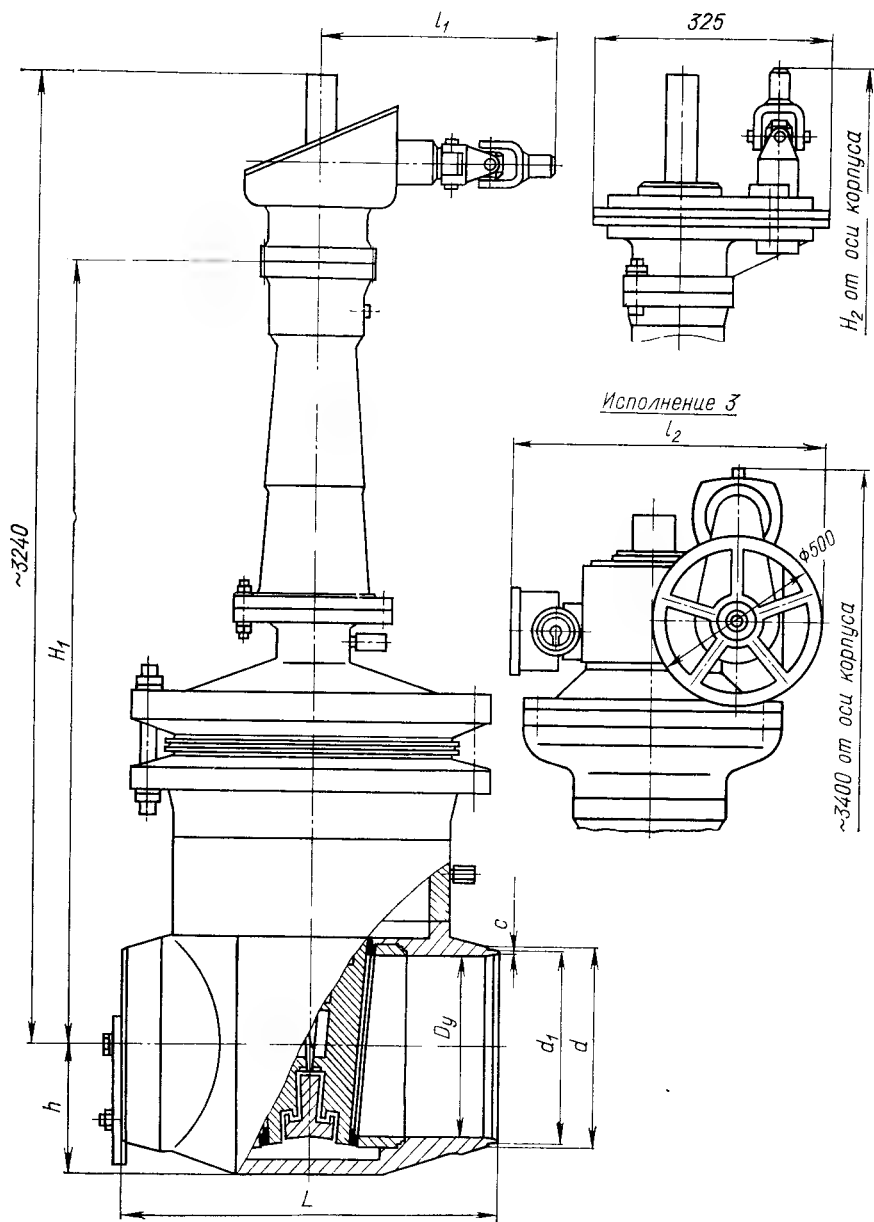


Рис. 3.4. Клиновые двухдисковые задвижки МА 11112 $D_y=600$ и 800 мм с выдвижным шпинделем.

Таблица 3.5. Основные данные и масса электроприводов задвижек МА 11075

D _y , мм	Тип электропривода	Электродвигатель			Время открытия и закрывания, с
		Тип	Мощность, кВт	Частота вращения вала, об/мин	
300	Б 099.100-06М	АОЛС 2-32-4 или 4АС100L4	4 или 4,3	1350	53
400	Б 099.100-06М	АОЛС 2-32-4 или 4АС100L4	4 или 4,3	1350	53
600	Б 099.104-03М	АОС 2-42-4 или 4АС132S4	7,5 или 8,5	1300	150
800	Б 099.104-03М	АОС 2-42-4 или 4АС132S4	7,5 или 8,5	1300	150

Таблица 3.6. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса задвижек МА 11112, кг

D _y	L	d	d ₁	c	H ₁	H ₂	h	l ₁	l ₂	Масса при исполнении		
										1 (КР)	2 (ЦР)	3 (ЭП)
600	1200	630	618	3	2540	3230	420	612	755	5100	5130	5250
800	2000	786	782	2	2565	3250	355	450	770	5640	5720	5860

Таблица 3.7. Обозначения задвижек МА 11112

D _y , мм	Материал корпуса	С коническим редуктором и шарнирной муфтой	С цилиндрическим редуктором и шарнирной муфтой	С электроприводом
600	22к-ВД	МА 11112-600	МА 11112-600-01	МА 11112-600-05
	08Х18Н10Т	МА 11112-600-02	МА 11112-600-03	МА 11112-600-04
800	22к-ВД	МА 11112-800*	МА 11112-800-04*	МА 11112-800-08*
		МА 11112-800-01**	МА 11112-800-05**	МА 11112-800-09**
	08Х18Н10Т	МА 11112-800-02*	МА 11112-800-06*	МА 11112-800-10*
		МА 11112-800-03**	МА 11112-800-07**	МА 11112-800-11**

* Патрубки для приварки к трубопроводу Ø 820×34.

** Патрубки для приварки к трубопроводу Ø 820×38.

Задвижки могут устанавливаться на трубопроводе в любом положении, кроме положения приводом вниз. Они изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1163—77. По условиям эксплуатации и ремонта изделие МА 11112-600 относится к арматуре класса 2Б, а изделие МА 11112-800 — класса 1. Герметичность запорного органа обеспечивается по 2-му классу ГОСТ 9544—75. Для надежной герметизации запорного органа в корпус задвижки подается чис-

тая вода высокого давления в целях расклинивания затвора. Сальниковая набивка из асбеста с графитом, имеется организованный отвод возможных протечек. По способу управления задвижки могут иметь три исполнения: под дистанционный привод через шарнирную муфту с коническим редуктором, дистанционный привод через шарнирную муфту с цилиндрическим редуктором

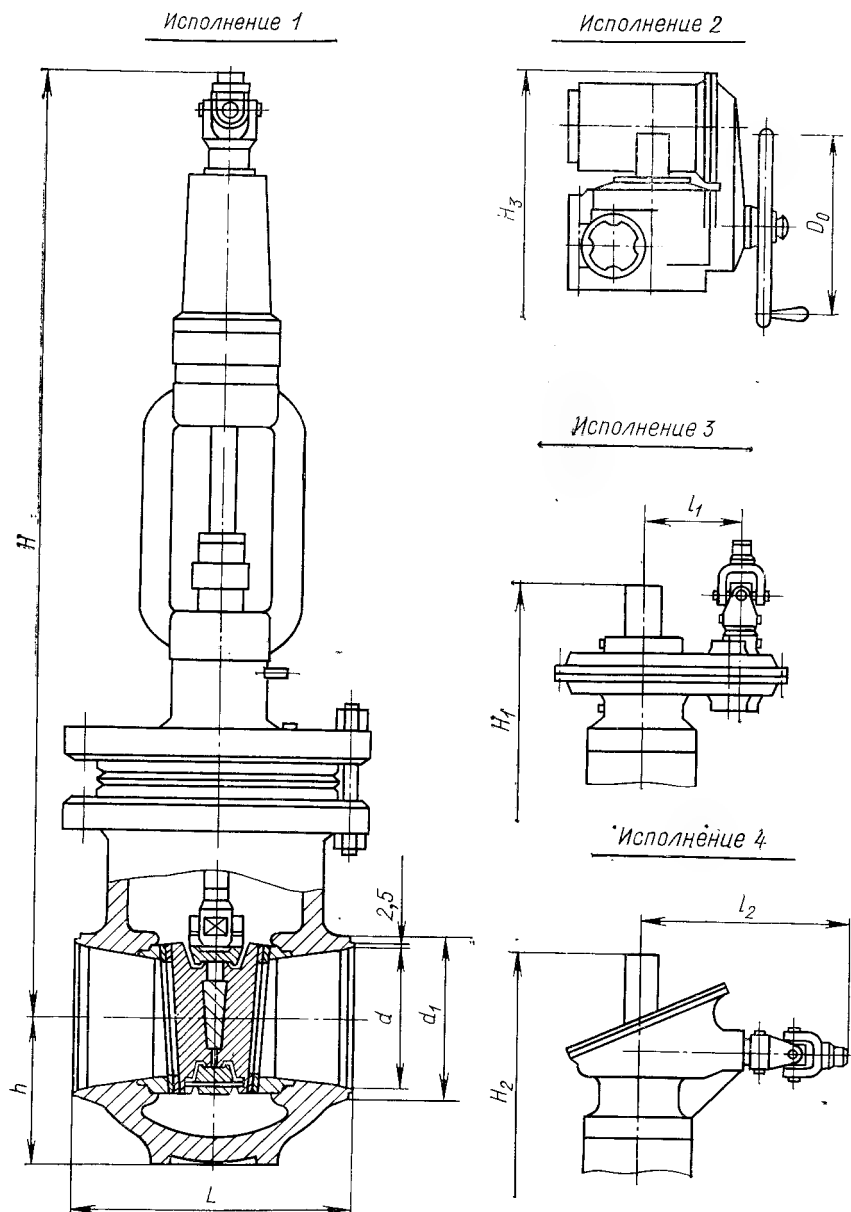


Рис. 3.5. Запорная клиновая двухдисковая задвижка ЧЗЭМ.

или с электроприводом. На задвижках применяется электропривод Б 099104-03МТ2 с электродвигателем АОС 2-42-4 мощностью 7,5 кВт или 4АС132S4 мощностью 8,5 кВт. Время открывания или закрывания задвижек 3 мин.

Запорные задвижки на $p_p = 6,4$ МПа с патрубками под приварку производства Чеховского завода энергетического машиностроения (ЧЗЭМ) (рис. 3.5,

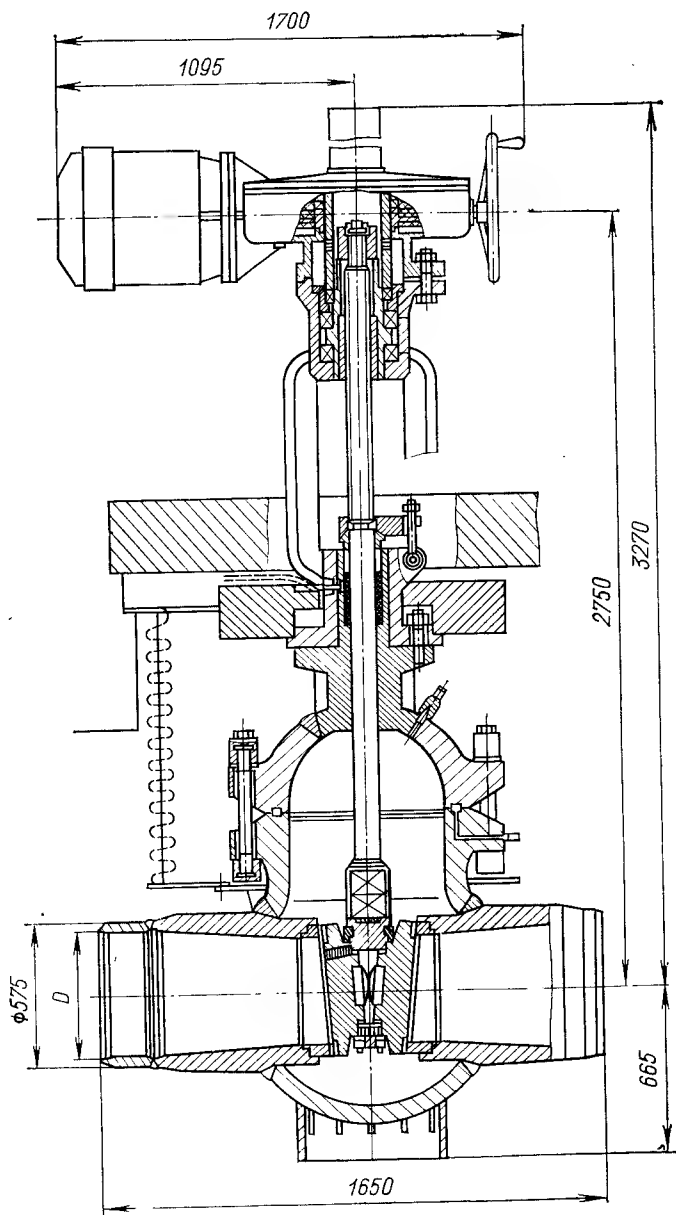


Рис. 3.6. Главная запорная задвижка 849-500 $D_y = 500$ мм на $p_p = 12,5$ МПа.

табл. 3.8). Предназначены для установки в качестве запорных устройств на трубопроводах воды и пара с температурой до $290\text{--}320^\circ\text{C}$; могут устанавливаться на вертикальных и горизонтальных трубопроводах, на последних — шпинделем вверх. Задвижки, кроме электроприводных, могут работать в помещениях с температурой окружающего воздуха до $+70^\circ\text{C}$, типа 933-300 КЗ, ЦЗ, Г могут эксплуатироваться при относительной влажности до 100% при температуре окружающего воздуха до $+280^\circ\text{C}$. Оснащенные встроенным электроприводом задвижки должны устанавливаться в помещениях с относительной влажностью до 70% при температуре воздуха $+40^\circ\text{C}$ или относительной влажностью до 80% при температуре воздуха $+35^\circ\text{C}$.

Шток уплотняется двойным сальником с организованным отводом возможных протечек. Для предотвращения ослабления усилия затяжки сальника предусмотрены специальные компенсационные пружинные узлы. Соединение корпуса с крышкой уплотняется с помощью зубчатой прокладки. Направление потока рабочей среды — любое. Если в системах возможен прогрев при наличии воды в полости корпуса задвижек, то необходимо устанавливать задвижки со сверлением в одной из тарелок клина. В этом случае рабочая среда подается со стороны тарелки с отверстием.

Все задвижки, за исключением задвижек с обозначением 933-100, 933-200 и 933-300, изготовлены из углеродистой стали.

Задвижки управляются при помощи встроенных электроприводов (Э), либо дистанционно через шарнирную муфту (Г), цилиндрический редуктор (ЦЗ) или конический редуктор (КЗ) (табл. 3.8).

Задвижки 973-150, 973-500 и 973-600 изготавливаются и поставляются по ТУ 108-681—77, остальные задвижки по ТУ 24-3-05-022—74.

Главная запорная задвижка $D_y = 500$ мм на $p_p = 12,5$ МПа, обозначение 849-500 (рис. 3.6). Предназначена к установке на трубопроводах первого контура реакторной установки ВВЭР-440 для работы при температуре до 300°C . Открывание и закрывание должно производиться при перепаде давления на затворе 1,0 МПа. В случае необходимости возможно открывание при перепаде до 13 МПа. Время полного закрытия 78 с.

Задвижка имеет клиновой двухдисковый затвор. Для обеспечения более высокой степени герметичности имеется возможность подачи уплотняющей воды в среднюю полость. Для исключения возрастания давления в замкнутой полости корпуса задвижки при использовании ее в системах, где может повышаться температура среды в корпусе при закрытом положении затвора, в одной из тарелок затвора имеется отверстие, в которое устанавливается пакет дроссельных шайб, ограничивающих расход уплотняющей воды. Соединение корпуса с крышкой уплотняется двумя металлическими прокладками, кроме того предусмотрена сварка на «ус». Сальник задвижки выполнен двухступенчатым с отводом возможных протечек, кольца сальника — прессованные асбестографитовые марки АГ-50. Для исключения контактной коррозии шпинделей во время хранения задвижки поставляются с сальниковой набивкой марки АС, пропитанной водоглицириновым раствором нитрата натрия. Штатная набивка АГ-50 устанавливается при монтаже. Задвижки управляются электроприводом с двигателем мощностью 23 кВт. Масса задвижки 7200 кг.

Задвижки изготавливаются и поставляются по ТУ 108-572—75.

3.1.2. Запорные вентили

Запорные вентили на АЭС обычно применяются с $D_y = 10 \div 150$ мм. Для нерадиоактивной среды часто используются сальниковые вентили, а для опасных сред и в ответственных местах — сифонные. Во многих случаях вентили управляются вручную с помощью рукоятки и часто дистанционным приводом, для чего имеются шарнирные муфты. Применяются также вентили с электрическим или электромагнитным приводом. Ниже приведены специальные вентили, применяемые на АЭС.

Запорные сифонные вентили на $p_y = 4$ МПа. Условное обозначение КЗ 26362 и У 26362 (рис. 3.7, табл. 3.9). Предназначены для циркуляционной и питательной воды, инертного газа и агрессивных сред рабочей температурой

96 Таблица 3.8. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса задвижек ЧЗЭМ, кг

Обозначение	d	d ₁	L	h	H	H ₁	H ₂	H ₃	l ₁	l ₂	D ₀	Масса при исполнении			
												1 (Г)	2 (ЦЗ)	3 (КЗ)	4 (Э)
933-100	99	112	400	140	~1200	—	—	~1396	—	—	400	305	—	—	385
932-150	142	164	400	140	~1200	~1216	~1128	~1396	165	353	400	304	344	324	383
933-150	146	164	400	140	~1200	—	~1128	~1396	—	353	400	300	—	321	389
973-150	142	162	500	140	—	—	—	~1044	—	—	400	—	—	—	238
932-200	195	224	550	185	~1625	~1575	~1440	~1710	165	353	400	725	751	731	790
933-200	201	224	550	185	~1625	—	~1440	~1710	—	353	400	725	—	730	789
933-300	300	330	700	230	~2010	~2050	~1860	~2075	245	536	500	1431	1502	1465	1527
895-400	382	432	750	375	~2555	~2370	~2250	~2405	245	523	500	2470	2468	2411	2465
973-500	480	540	1100	395	—	—	—	~2810	—	—	500	—	—	—	2502*
973-600	582	650	1800	380	—	—	—	~2810	—	—	500	—	—	—	4685

* Исполнение 895-400-ЭБА с быстродействующим приводом.

Таблица 3.9. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса вентиля КЗ 26362 и У 26362, кг

D_y	L	d	d_1	c	H	H_1	H_2	H_3	h	h_1	l	l_1	D_0	D'_0	Масса при исполнении			
															РУ	ШМ	КР	ЭП
10	130	14	10,5	1	141	192	220	480	24	43	90	—	120	140	2,51	2,64	5,5	17,5
15	130	18	13,5	1	141	168	196	456	24	43	90	—	120	140	2,51	2,64	5,5	17,5
25	160	32	26	1	185	210	304	460	25	40	119	—	120	140	5,5	5,64	8,4	20,5
32	180	44	32	1	220	228	265	430	—	—	130	398	160	160	8,3	8,1	10,6	34,6
50	230	66	52	1	268	295	345	590	—	—	130	398	200	160	14	12,8	15,5	41,9
65	290	69	67	1	293	320	395	610	—	—	130	398	240	160	26,6	25,5	29,5	53,4
100	350	118	105	3	390	415	490	715	—	—	144	530	320	240	51,3	46,4	50,7	105
150	480	170	150	3	440	460	550	715	—	—	144	530	400	240	83,5	75,5	79,8	134

до 200° С, устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении, присоединяются к трубопроводу сваркой. В вентильх $D_y = 10 \div 65$ мм рабочая среда подается под золотник, в вентильх $D_y = 100$ и 150 мм — на золотник. Вентили вакуумно-плотные по отношению к внешней среде при остаточном давлении 0,5 Па. Они изготовляются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре класса 3Б. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Уплотнительное кольцо в золотнике из фторопласта-4. В зависимости от заказа основные детали могут изготовляться из следующих материалов: корпус, крышка $D_y = 10 \div 25$ мм из углеродистой стали 20, $D_y = 10 \div 150$ мм из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т или 10Х18Н9ТЛ. Управление ручное — посредством маховика, от дистанционного привода через шарнирную муфту без редуктора, через шарнирную муфту с коническим редуктором или от электропривода. В табл. 3.10 и 3.11 приве-

Таблица 3.10. Основные данные электроприводов вентилей
КЗ 26362 и У 26362

D_y , мм	Тип электропривода	Электродвигатель		
		Тип	Мощность, кВт	Частота вращения вала, об/мин
10	ТЭ 099.088-03М	AB-042-4М	0,025	1300
15	ТЭ 099.088-03М	AB-042-4М	0,025	1300
25	ТЭ 099.088-03М	AB-042-4М	0,025	1300
32	ТЭ 099.058-01М	4AA56B4 или АОЛ12-4	0,18	1500
50	ТЭ 099.058-01М	4AA56B4 или АОЛ12-4	0,18	1500
65	ТЭ 099.058-07М	4AA63A4 или АОЛ12-4	0,25 или 0,18	1500
100	Б 099.098-01М	4ЛХС80А4 или АОЛС 2-21-4	1,3	1300
150	Б 099.098-01М	4ЛХС80А4 или АОЛС 2-21-4	1,3	1300

Таблица 3.11. Основные данные электроприводов вентилей
КЗ 26362 и У 26362 для работы в герметичной зоне

D_y , мм	Тип электропривода	Электродвигатель		
		Тип	Мощность, кВт	Частота вращения вала, об/мин
10	ТЭ 099.190-02	AB-042-4МА1	0,025	1300
15	ТЭ 099.190-02	AB-042-4МА1	0,025	1300
25	ТЭ 099.190-02	AB-042-4МА1	0,025	1300
32	ТЭ 099.191	4A56B4A5	0,18	1500
50	ТЭ 099.191	4A56B4A5	0,18	1500
65	ТЭ 099.191-04	4A63A4A5	0,25	1500
100	ТЭ 099.192	4AC80A4A5	1,3	1300
150	ТЭ 099.192-01	4AC80A4A5	1,3	1300

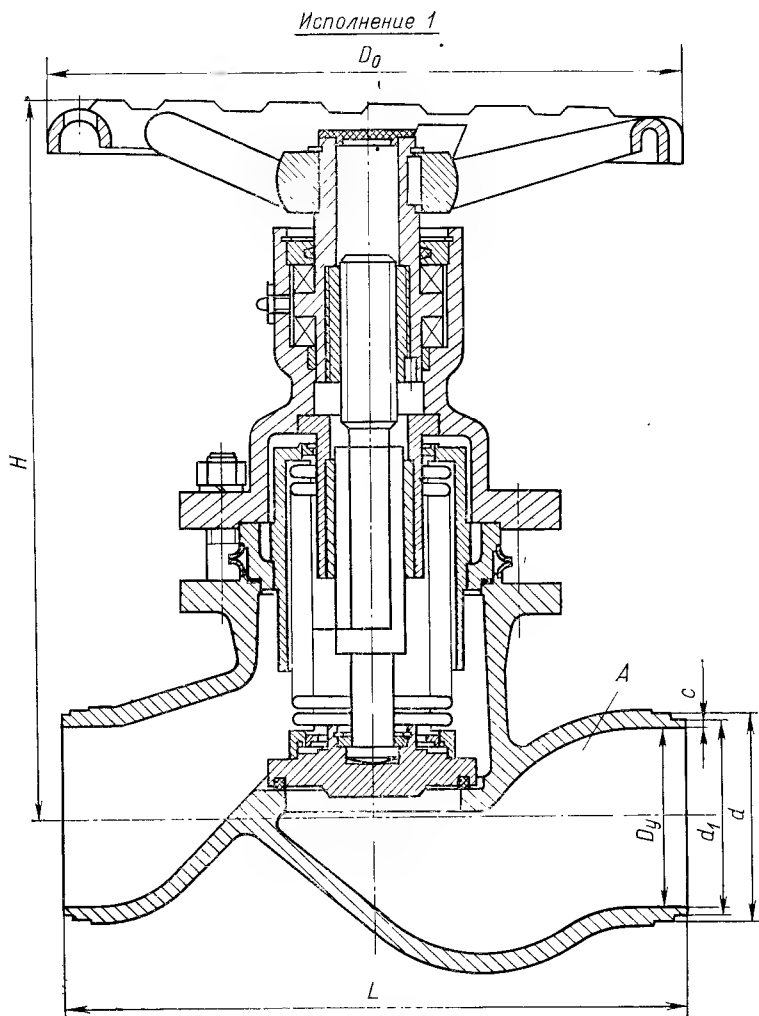


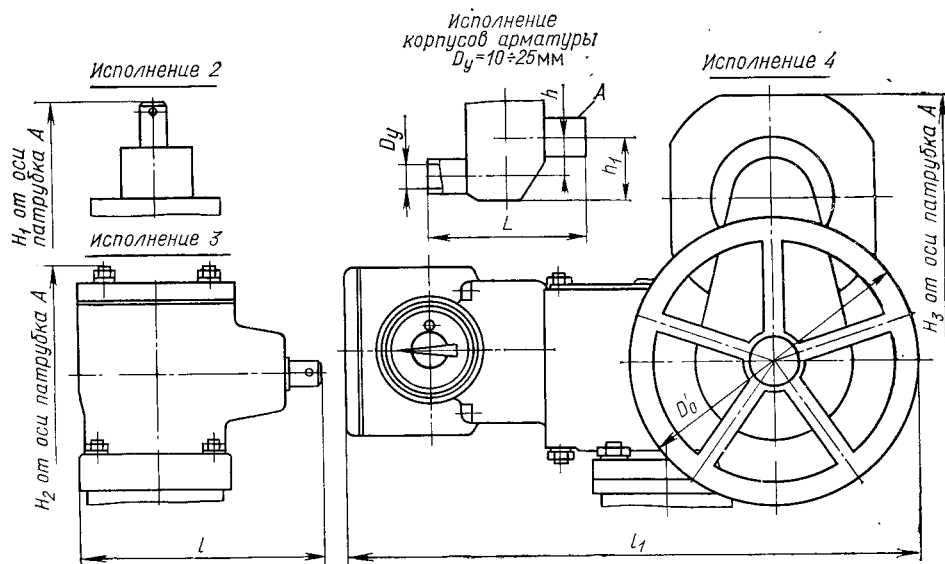
Рис. 3.7. Запорные сильфонные вентили КЗ 26362 и У 26362 на $p_y=4$ МПа.

Таблица 3.12. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса вент

D_y	L	d	d_1	H	H_1	H_2	h	h_1	h_2
65	290	78	27	~326	~285	~414	165	100	158
80	290	89	27	~326	~285	~414	170	100	158
100	350	115	27	~350	~309	~435	190	120	158
150	480	162	40	—	~465	~575	285	176	210

дены основные данные электроприводов. Гидравлическое испытание вентилей на прочность проводится при $p_{пр} = 6$ МПа (60 кгс/см²). При $t_p \leq 200^\circ \text{C}$ до пускается $p_p = 4$ МПа. Вентили $D_y = 10 \div 25$ мм выпускаются по чертежам КЗ 26362, $D_y = 15 \div 32$ мм — по У 26362.

Запорные сифонные вентили на $p_y = 2,5$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение ПТ 26164 (рис. 3.8, табл. 3.12). Предназначены для радиоактивных дистиллята, пароводяной смеси, пара, конденсата, циркуляционной воды, инертного газа рабочей температурой до 200°C . Устанавливаются на трубопроводе в любом положении; рабочая среда подается под золотник, допускается подача среды на золотник. Вентили вакуумно-плотные по отношению к внешней среде при остаточном давлении 0,5 Па. Они изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре классов 2Б, 3Б, 3В по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Уплотнительные поверхности корпуса и золотника наплавлены сплавом повышенной стойкости. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус и золотник — углеродистая сталь 20 или коррозионно-стойкая сталь 08Х18Н10Т, крышка — 08Х18Н10Т,



лей ПТ 26164, кг

h_3	l	l_1	l_2	s	L_0	Масса при исполнении		
						1 (РУ)	2 (ШМ)	3 (КР)
16	170	115	24	32	400	50,5	49	60,5
16	170	115	24	32	400	48,5	47	58,5
16	170	115	24	32	500	71	70	75
20	170	115	24	32	600	160	140	153

шток — сплав ХН35ВТ. Управление вентилями производится вручную посредством маховика (кроме $D_y = 150$ мм) и от дистанционного привода через шарнирную муфту без редуктора или с редуктором с конической передачей. Управление вентилями $D_y = 150$ мм ручное — посредством маховика через коническую передачу; от дистанционного привода через шарнирную муфту; от ди-

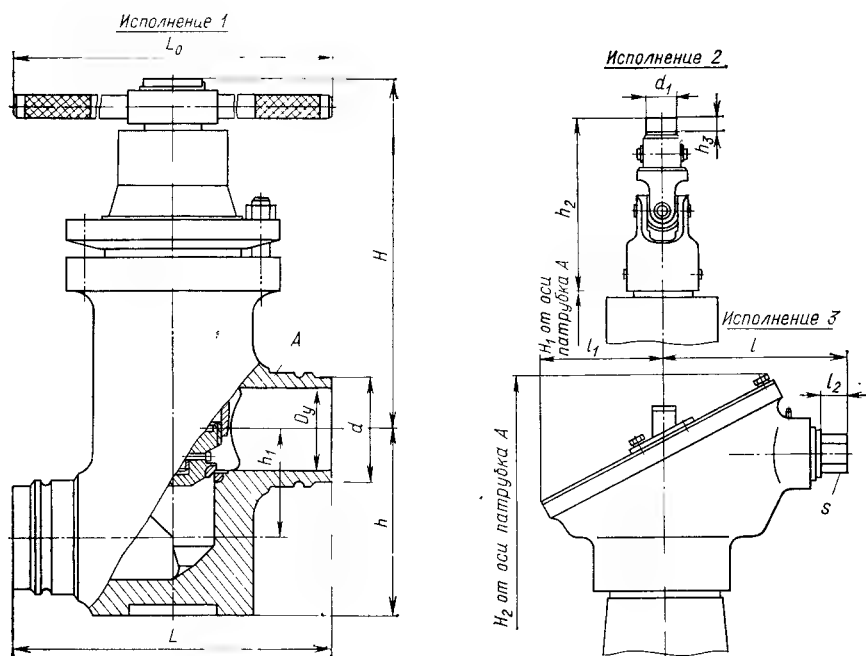


Рис. 3.8. Запорный сифонный вентиль ПТ 26164 на $p_y = 2,5$ МПа.

станции привода через коническую передачу. Гидравлическое испытание вентиля на прочность проводится при $p_{пр} = 3,8$ МПа. При $t_p \leq 200^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 2,5$ МПа.

Запорные сифонные вентили на $p_y = 2,5$ МПа с патрубками под приварку, с электроприводом. Условное обозначение ПТ-26273 (рис. 3.9, табл. 3.13). Предназначены для жидкости, воздуха, пароводяной смеси и азота рабочей температурой до 200°C . Устанавливаются на горизонтальном трубопроводе

Таблица 3.13. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса вентиля ПТ 26273

D_y , мм	L	d	H	h	h_1	l	l_1	l_2	D_0	Масса, кг
65	290	76	~ 670	165	100	235	135	220	160	73,5
80	290	95	~ 670	165	100	235	135	220	160	72
100	350	115	~ 743	196	120	605	530	—	240	126
150	480	156	1050	290	176	640	480	—	400	254

электроприводом вертикально вверх, допускается установка с горизонтальным расположением шпинделя при условии, что под электропривод будет предусмотрена опора. Подвижное соединение штока — крышка герметизируется силиконом, что предотвращает проникновение рабочей среды через зазоры соединения в окружающую атмосферу. Рабочая среда подается под золотник, допускается

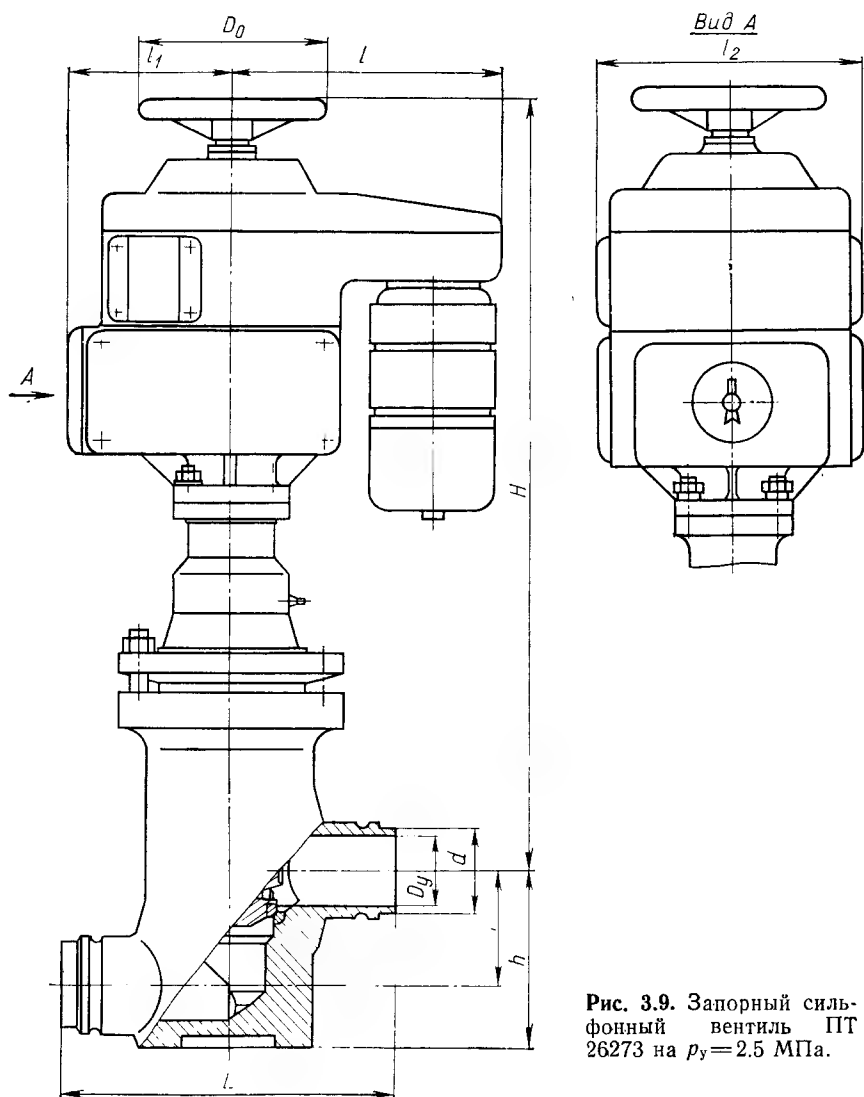


Рис. 3.9. Запорный сифонный вентиль ПТ 26273 на $p_y = 2.5$ МПа.

кается подача среды на золотник. Вентили вакуумно-плотные по отношению к внешней среде при остаточном давлении 0,5 Па. Они изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре класса 2Б или 3Б по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изготавливаются из следующих ма-

териалов: корпус и золотник из углеродистой стали 20 (исполнение 1) и из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T (исполнение 2); крышка — 08X18H10T; шток — сплав ХН35ВТ. Вентили снабжены электроприводами, основные данные которых приведены в табл. 3.14. Гидравлическое испытание на прочность вентилей проводится при пробном давлении $p_{пр} = 3,8$ МПа. При $t_p \leq 200^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 2,5$ МПа.

Таблица 3.14. Основные данные электроприводов вентилей ПТ 26273

D_y , мм	Тип электропривода	Электродвигатель			
		Тип	Мощность, кВт	Частота вращения вала, об/мин	Время от-крытия или закрытия вентилей, с
65	ТЭ 099.058-07М	АОЛ12-4 или 4АА63А4	0,18 0,25	1500 1500	20 20
80	ТЭ 099.058-07М	АОЛ12-4 или 4АА63А4	0,18 0,25	1500 1500	20 20
100	Б 099.098-01М	АОЛС2-21-4 или 4АХС80А4	1,3 1,3	1300 1300	12 12
150	Б 099.100-02М	АОЛС 2-31-4 или 4АС100S4	3,0 3,2	1350 1350	10 10

Запорные сильфонные вентили на $p_p = 20$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение КЗ 26370 (рис. 3.10, табл. 3.15). Предназначены для жидкости и газа рабочей температурой до 325°C ; устанавливаются на трубопроводе в любом положении, кроме положения электроприводом вниз, при

Таблица 3.15. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса вентилей КЗ 26370, кг

D_y	L	d	d_1	H	H_1	H_2	H_3	h	h_1	L_0	Масса при исполнении			
											1 (РУ)	2 (ШМ)	3 (КР)	4 (ЭП)
10	120	14	10,5	~309	~331	~407	~532	37	18	180	9	8	23	38
15	120	18	13,5	~309	~331	~407	~532	37	18	180	9	8	23	38
25	160	32	26	~357	~385	~460	~580	64	35	300	11	10	25	40

горизонтальном расположении шпинделя вентилей с электроприводом следует предусмотреть опору под электропривод. Рабочая среда подается под золотник, допускается подача среды на золотник. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре класса 2Б по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали — корпус, золотник, сильфон — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08X18H9T или из углеродистой стали

20. Управление вентилями ручное при помощи рукоятки, от дистанционного привода через шарнирную муфту без редуктора, через шарнирную муфту с коническим редуктором или от электропривода. Для управления вентилями при-

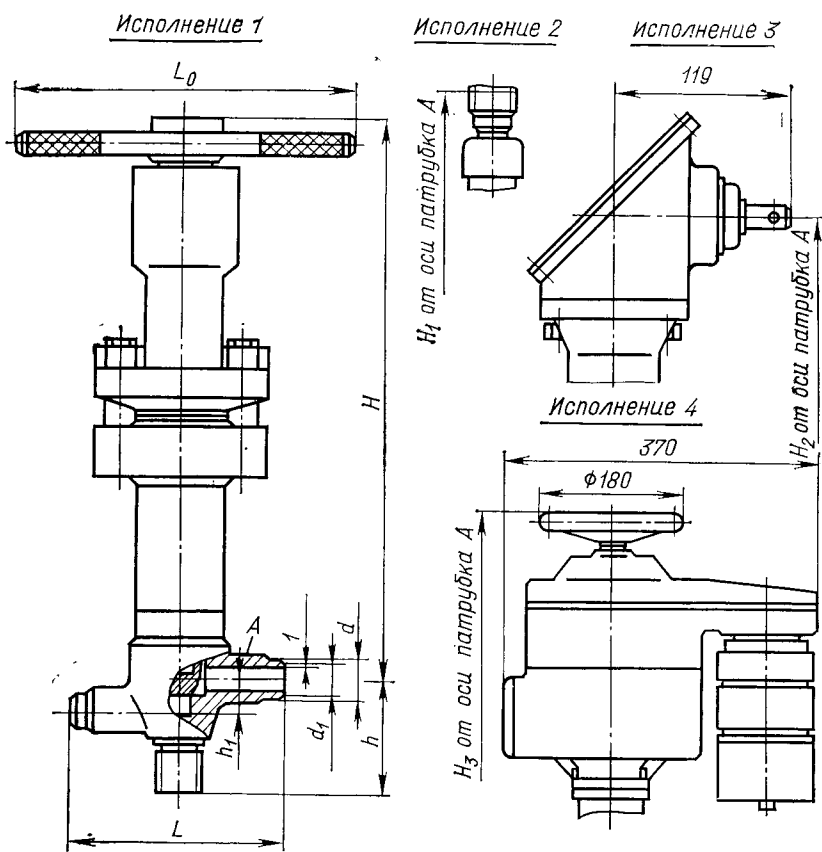


Рис. 3.10. Запорный сифонный вентиль КЗ 26370 на $p_y = 20$ МПа.

меняется электропривод ТЭ 099.058-01М с электродвигателем 4АА56В4 или АОЛ12-4 мощностью 0,18 кВт и частотой вращения вала 1500 об/мин. Для использования изделий в герметичной зоне АЭС вентили комплектуются приводом ТЭ 099.191 с двигателем 4А56В4А5 мощностью 0,18 кВт. Гидравлическое испытание корпусных деталей вентиля на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр} = 33$ МПа. Вентиль в сборе может испытываться максимальным гидравлическим пробным давлением 25 МПа. При $t_p \leq 325^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 20$ МПа.

Запорные сифонные вентили на $p_p = 20$ МПа с патрубками под приварку с электроприводом. Условное обозначение С 26360 (рис. 3.11, табл. 3.16). Предназначены для пресной воды, пароводяной смеси, воздуха, азота рабочей температурой до 325°C . Температура окружающего воздуха допускается до

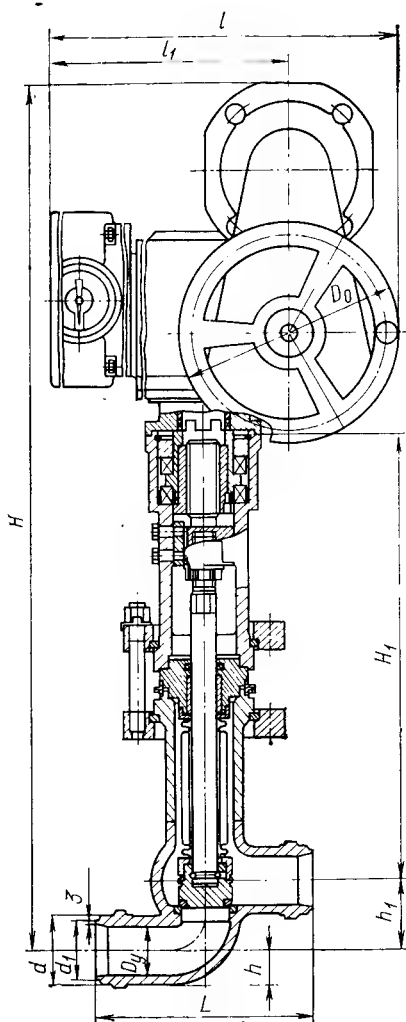


Рис. 3.11. Запорный сильфонный вентиль С 26360 на $p_p = 20$ МПа.

Таблица 3.16. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса вентиля С 26360, кг

D_y	L	d	d_1	H	H_1	h	h_1	l	l_1	Масса
50	230	72	47	~815	~465	120	80	522	250	92
65	340	85	69	~912	~462	160	110	560	365	111
100	430	160	118	~1061	~671	230	160	560	365	150
150	550	170	139	~965	~625	320	210	560	365	180

40° С. Вентили, укомплектованные специальными электроприводами, рассчитанные для работы в герметичной зоне, допускают работу при температуре 60° С и относительной влажности до 95%. Вентили устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. Рабочая среда подается на золотник, допускается подача среды под золотник. Открывание — закрывание вентилей должно производиться при перепадах давления на золотнике: не более 20 МПа на клапане $D_y = 50$ мм, не более 15 МПа на клапане $D_y = 65$ мм, не более 5 МПа на клапане $D_y = 100$ мм и не более 2,5 МПа на клапане $D_y = 150$ мм. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Управление от электропривода Б 099.098 либо ТЭ 099.192 — (в герметичной зоне) мощностью 1,3 кВт. Двигатели охлаждаются приточной вентиляцией. На вентиле имеется указатель положения затвора. Основные детали — корпус и золотник — изготовлены из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т, шток и шпindel — из стали 14Х17Н2. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре класса 2А по условиям эксплуатации. Детали вентиля испытываются на прочность при пробном давлении $p_{пр} = 33$ МПа. Вентиль в сборе испытывать пробным давлением не допускается. При $t_p \leq 325^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 20$ МПа.

При монтаже и ремонте установки допускаются многократная опрессовка давлением 25 МПа продолжительностью по 10 мин каждая; опрессовка давлением 28 МПа не более 20 раз в течение всего периода работы арматуры продолжительностью 10 мин каждая. Открывать и закрывать арматуру во время опрессовки не допускается.

Запорные сильфонные вентили на $p_p = 14$ МПа с патрубками под привар-

ку, условное обозначение ПТ 26120 (рис. 3.12). Предназначены для жидкости, воздуха, пароводяной смеси и азота рабочей температурой до 325° С; устанавливаются на трубопроводе в любом положении. Рабочая среда подается под золотник. Вентили вакуумно-плотные по отношению к внешней

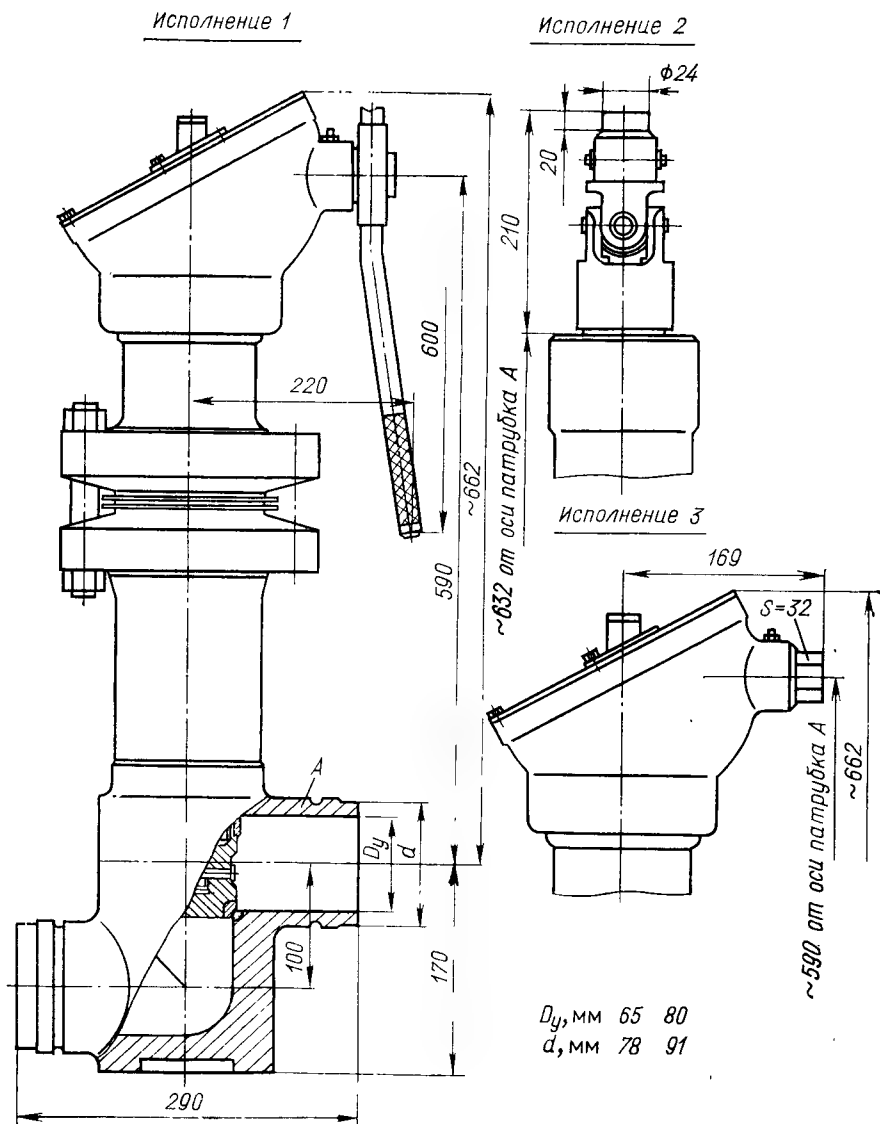


Рис. 3.12. Запорный сальфонный вентиль ПТ 26120 на $p_p = 14$ МПа.

среде при остаточном давлении 0,5 Па. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре класса 2А по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус,

золотник — сталь 20 или 20Ш и коррозионно-стойкая сталь 08Х18Н10Т или 08Х18Н10ТШ; крышка — 08Х18Н10Т или 08Х18Н10ТШ; шток — сплав ХН35ВТ. Управление вручную через коническую передачу при помощи рукоятки (масса вентиля 94 кг) или дистанционно через шарнирную муфту (80 кг) или через шарнирную муфту с конической передачей (90 кг). Гидравлическое испытание вентиля на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр} = 22$ МПа. При $t_p \leq 325^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 14$ МПа.

Запорные сильфонные вентили на $p_p = 14$ МПа с патрубками под приварку с электроприводом. Условное обозначение ПТ 26011 (рис. 3.13). Предназначены для жидкости, воздуха, пароводяной смеси и азота рабочей температу-

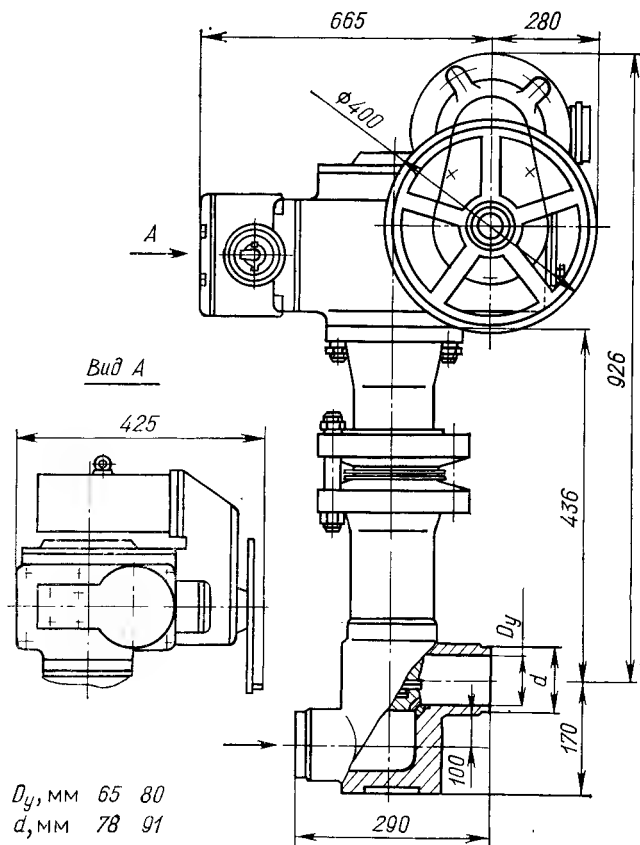


Рис. 3.13. Запорный сильфонный вентиль ПТ 26011 на $p_p = 14$ МПа.

рой до 325°C ; устанавливаются на горизонтальном трубопроводе электроприводом вертикально вверх, допускается установка с горизонтальным расположением шпинделя при условии, что под электропривод будет предусмотрена опора. Рабочая среда подается под золотник. Вентили вакуумно-плотные по отношению к внешней среде при остаточном давлении 0,5 Па. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре класса 2А по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус и золотник — сталь 20 или сталь 20Ш (исполнение 1) и коррозионно-стойкая сталь 08Х18Н10Т или 08Х18Н10ТШ (исполнение 2);

крышка — коррозионно-стойкая сталь 08X18H10T или 08X18H10TШ; шток — сплав ХН35ВТ. Вентили снабжены электроприводами типа Б 099.100-01М с электродвигателем АОЛС 2-31-4 мощностью 3 кВт. Частота вращения вала 1350 об/мин. Время открытия или закрытия вентиля 10 с. Гидравлическое испытание вентиля на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр} = 22$ МПа.

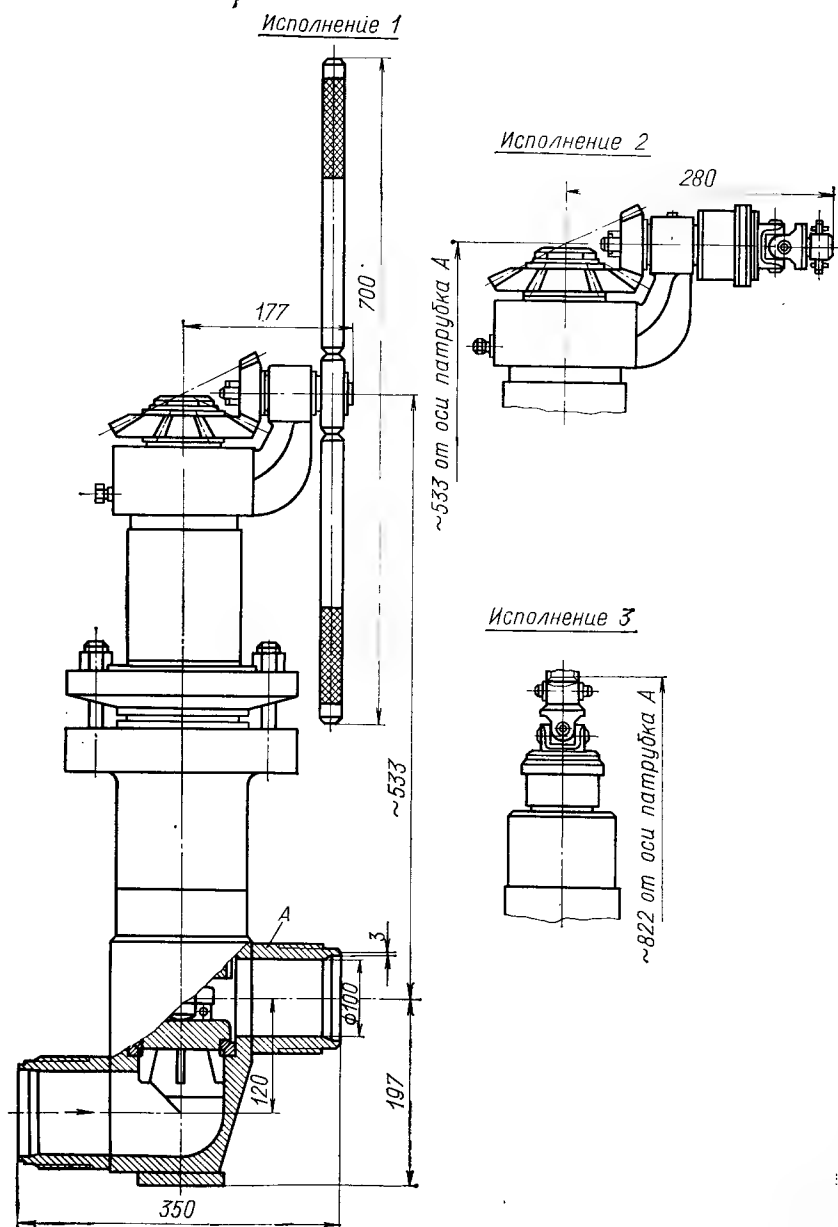


Рис. 3.14. Запорный сильфонный вентиль УФ 26031 на $p_y = 14,5$ МПа.

При $t_p \leq 325^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 14 \text{ МПа}$. Масса вентилей с электроприводом 178 кг.

Запорные сифонные вентили на $p_y = 14,5 \text{ МПа}$ с патрубками под приварку. Условное обозначение УФ 26031 (рис. 3.14). Предназначены для водного конденсата температурой до 300°C ; вентили устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. Рабочая среда подается под золотник, допускается подача рабочей среды на золотник. Вентили изготавливаются и по-

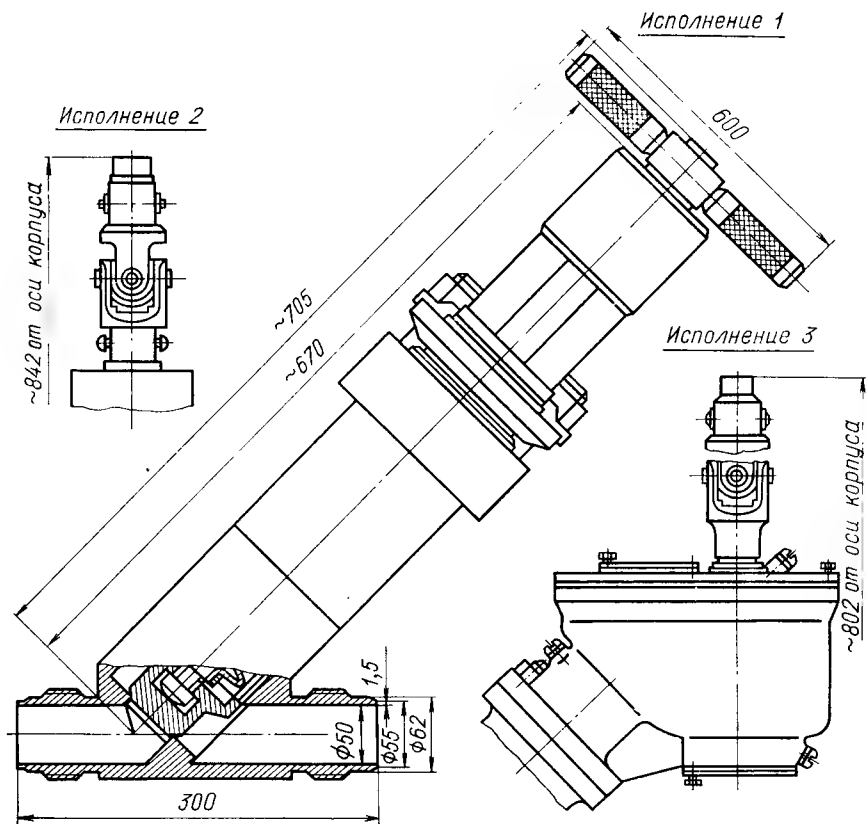


Рис. 3.15. Запорный сифонный вентиль УФ 26003 на $p_y = 14 \text{ МПа}$.

ставляются по ТУ 26-07-1165—77 и относятся к арматуре класса 2А по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус, крышка, золотник, сифон — из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т; шток — из сплава ХН35ВТ. Управление ручное при помощи рукоятки через коническую передачу (масса вентилей 108 кг), от дистанционного привода через шарнирную муфту с коническим редуктором (109 кг) или через шарнирную муфту без редуктора (98 кг). Гидравлическое испытание вентилей на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр} = 17 \text{ МПа}$. При $t_p \leq 300^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 14,5 \text{ МПа}$.

Запорные сифонные вентили на $p_y = 14 \text{ МПа}$ с патрубками под приварку. Условное обозначение УФ 26003 (рис. 3.15). Предназначены для дистиллята с примесями ионообменных смол рабочей температурой до 200°C ; уста-

навливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. Рабочая среда подается под золотник, допускается подача рабочей среды на золотник. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1165—77 и относятся к арматуре класса 2А по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали: корпус, крышка, шток, золотник, сиффон изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т. Управление вентилями ручное при помощи рукоятки (масса вентилля 52 кг), от дистанционного привода через шарнирную муфту (51 кг) или через шарнирную муфту и конический редуктор (61 кг). Гидравлическое испытание вентилей на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр} = 21$ МПа. При $t_p \leq 200^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 14$ МПа.

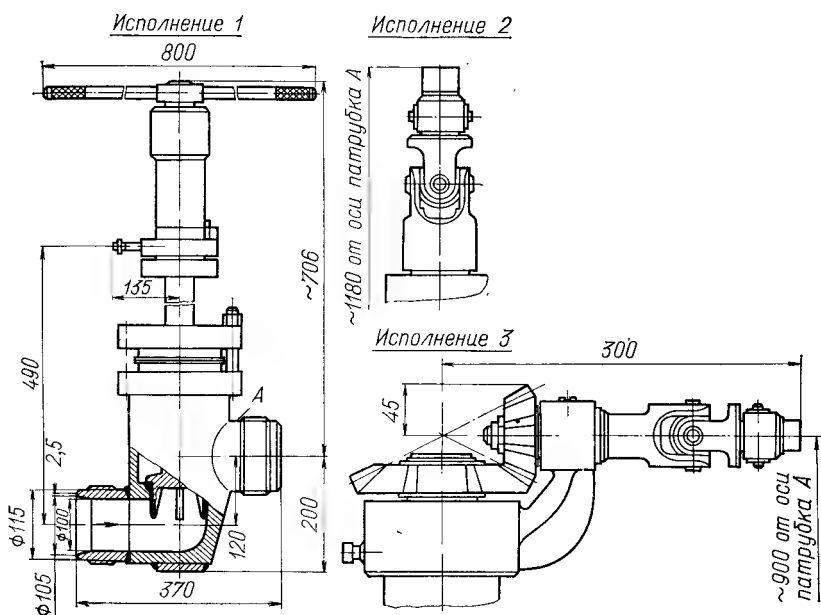


Рис. 3.16. Запорный сифонный вентиль А 26265 на $p_p = 3$ МПа.

Запорные сифонные вентили $D_y = 100$ мм из коррозионно-стойкой стали на $p_p = 3$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение А 26265 (рис. 3.16). Предназначены для смеси газов рабочей температурой до 450°C ; устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. На случай прорыва сиффона предусмотрен дублирующий сальник. Рабочая среда подается под золотник, допускается подача среды на золотник. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-103—73 и относятся к арматуре класса 2Б по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус, золотник и сиффон — коррозионно-стойкая сталь 08Х18Н10Т; шпindel — сталь 14Х17Н2; шток — сплав ХН35ВТ; стойка — коррозионно-стойкая сталь 12Х18Н9Т. Управление вентилями ручное посредством рукоятки (масса вентилля 112 кг) и посредством дистанционного привода через шарнирную муфту без редуктора (111 кг) или через шарнирную муфту и редуктор с конической передачей (121 кг). Гидравлическое испытание вентилей на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр} = 6$ МПа. При $t_p \leq 450^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 3$ МПа.

Запорные сифонные вентили на $p_p = 20$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение С 26410 (рис. 3.17). Предназначены для пресной

воды, пароводяной смеси, воздуха и азота рабочей температурой до 200°C в системах КИП; устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. Рабочая среда подается под золотник. Управление вентилями ручное при помощи маховика. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре класса 2А по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали — корпус, золотник, сильфон изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т. Испытание корпуса на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр} = 35 \text{ МПа}$. В сборе вентили пробным давлением испытывать не разрешается. При $t_p \leq 200^{\circ}\text{C}$ допускается $p_p = 20 \text{ МПа}$. При монтаже и ремонте

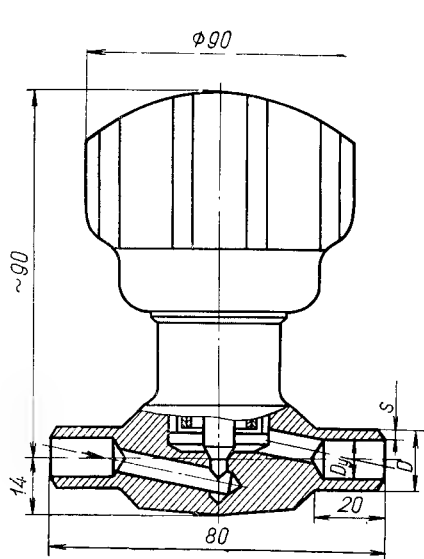


Рис. 3.17. Запорный сильфонный вентиль С 26410 на $p_p = 20 \text{ МПа}$.

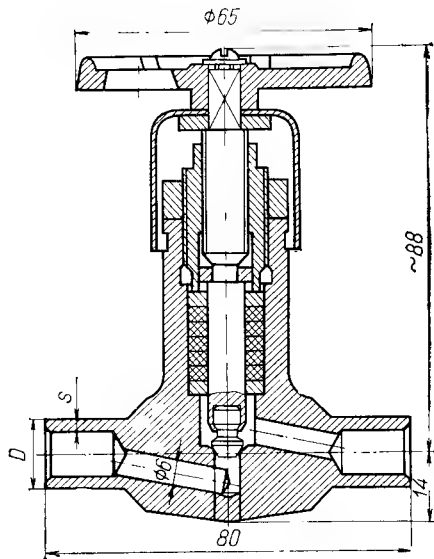


Рис. 3.18. Запорный сальниковый вентиль С 21152 на $p_y = 20 \text{ МПа}$.

установки допускается: многократная опрессовка давлением 25 МПа продолжительностью 10 мин каждая; опрессовка давлением 28 МПа — не более 20 раз в течение всего периода работы арматуры, продолжительностью 10 мин каждая. При опрессовке открывать и закрывать арматуру не допускается. Масса вентилей $D_y = 10 \text{ мм}$ равна 1,27 кг, вентилей $D_y = 15 \text{ мм}$ — 1,32 кг. Вентили выпускаются со следующими размерами патрубков $D \times s$, мм:

Обозначение	Входной	Выходной
С 26410-010	14×2	14×2
С 26410-010-01	18×4	14×2
С 26410-015	18×2,5	18×2,5
С 26410-015-01	18×2,5	14×2,5

Запорные сальниковые вентили из коррозионно-стойкой стали на $p_y = 20 \text{ МПа}$ с патрубками под приварку. Условное обозначение С 21152 (рис. 3.18). Предназначены для воды, азота, воздуха и пароводяной смеси рабочей температурой до 200°C ; устанавливаются на трубопроводах систем КИП в любом рабочем положении. Рабочая среда подается под золотник, уплотнение запорного органа конусное. Сальник имеет набивку из фторопласта Ф4-К20 и подтягивается втулкой с последующим законтриванием гайкой. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-113—74 и относятся к арматуре класса 2А

по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Управление ручное посредством маховика. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус — коррозионно-стойкая сталь 12Х18Н10Т; шток и золотник — сталь 14Х17Н2. Гидравлическое испытание вентилей на прочность проводится при пробном давлении

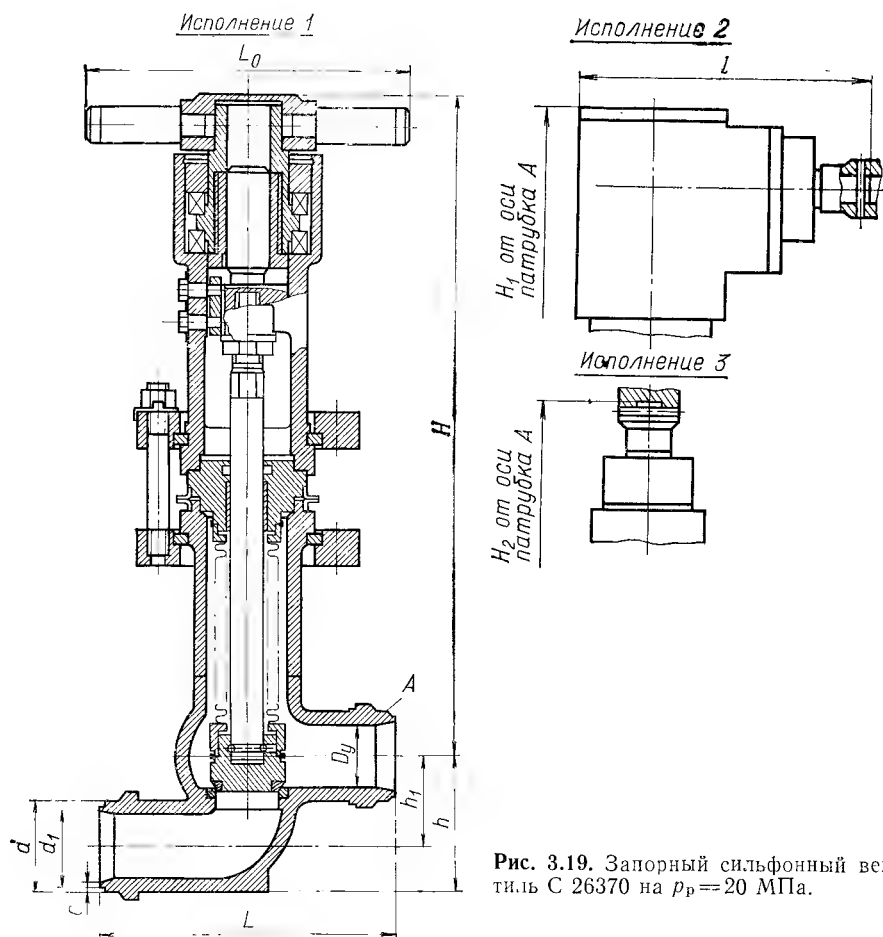


Рис. 3.19. Запорный сифонный вентиль С 26370 на $p_p = 20$ МПа.

$p_{np} = 30$ МПа. При $t_p \leq 200^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 20$ МПа. Масса вентиль 0,5 кг. Вентили С 21152-010 выпускаются с патрубками $\varnothing 14 \times 2$ мм и С 21152-015 — $\varnothing 18 \times 2,5$ мм.

Запорные сифонные вентили из коррозионно-стойкой стали на $p_p = 20$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение С 26370 (рис. 3.19, табл. 3.17). Применяются в качестве запорного устройства на трубопроводах, по которым транспортируется вода, пароводяная смесь, воздух, азот температурой до 325°C ; устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. Открывание — закрывание — закрывание арматуры $D_y = 32$ и 50 мм может производиться при подаче рабочей среды на и под золотник. Вентили $D_y =$

Таблица 3.17. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса вентиля С 26370, кг

D_y	L	d	d_1	c	H	H_1	H_2	h	h_1	L_0	l	Масса при исполнении		
												1 (РУ)	2 (КР)	3 (ШМ)
32	180	46	32	1	~345	~425	~360	70	45	340	165	10	12,5	9,4
50	230	72	53	3	~520	~605	~575	105	80	700	205	36,6	41,8	34,3
65	340	85	68	2,5	~560	~640	~610	135	110	700	215	52	55	50
100	430	118	138	3	~750	~840	~800	210	160	700	215	90	93	88
150	550	160	139	3	~830	~915	~885	310	210	700	200	120	123	118

$= 65 \div 150$ мм допускается открывать — закрывать только при подаче среды на золотник и перепаде давления на затворе не более:

$D_y = 65$ мм		15 МПа
$D_y = 100$ мм		5,0 МПа
$D_y = 150$ мм		2,5 МПа

Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75 и относятся к арматуре класса 2А по условиям эксплуатации и ремонта. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Управление вентилями ручное, посредством рукоятки, либо дистанционное. Гидравличес-

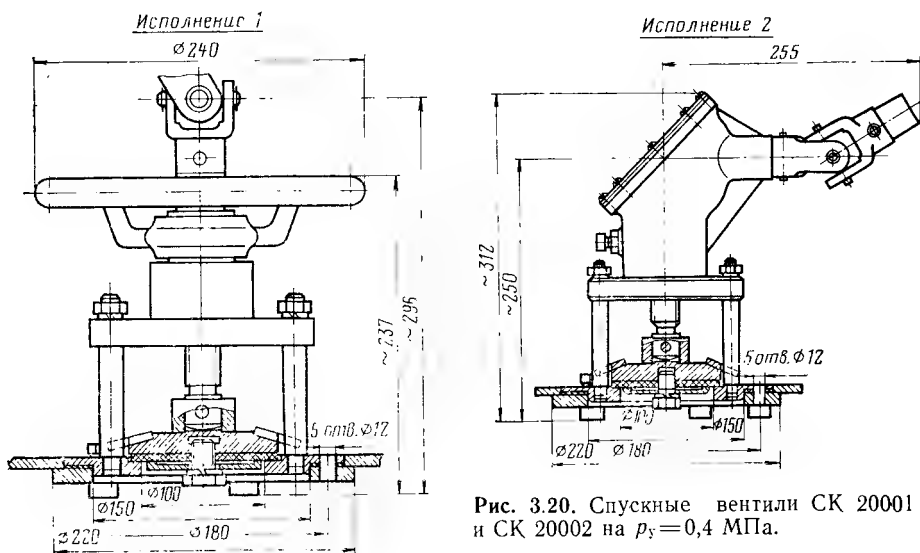


Рис. 3.20. Спускные вентили СК 20001 и СК 20002 на $p_y = 0,4$ МПа.

кое испытание корпусных деталей проводится давлением 33 МПа. Вентили в сборе допускается испытывать: давлением 25 МПа многократно продолжительностью 10 мин каждое; давлением 28 МПа не более 20 раз за полный период работы продолжительностью 10 мин каждое.

Спускные вентили из коррозионно-стойкой стали на $p_y = 0,4$ МПа фланцевые. Основные обозначения СК 20001 и СК 20002 (рис. 3.20). Предназначены для слива в спецканализацию технической воды рабочей температурой до 60°C ;

устанавливаются шпинделем вверх. Уплотнение в золотнике из резины. Управление ручное посредством маховика и дистанционное через шарнирную муфту (СК 20001) и дистанционное через шарнирную муфту с коническим редуктором (СК 20002). Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1165—77 и относятся к арматуре класса 3В по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изготавливаются из коррозионно-стойких сталей: седло, золотник и фланец — 12Х18Н9Т; шпиндель — 10Х17Н13М2Т. Гидравлическое испытание на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр} = 0,6$ МПа. При $t_p \leq 60^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 0,4$ МПа. Масса вентиля СК 20001 — 13,4 кг, вентиля СК 20002 — 19,9 кг.

3.1.3. Запорные клапаны

Запорные мембранные клапаны $D_y = 150$ мм с электромагнитным приводом, с патрубками под приварку. Условное обозначение Т 26294 (рис. 3.21). Предназначены для паровоздушной смеси давлением от 4 до 100 кПа, используются в системах дистанционного управления. Рабочая температура паровоздушной смеси 28—100° С, температура окружающей среды до 50° С. Кла-

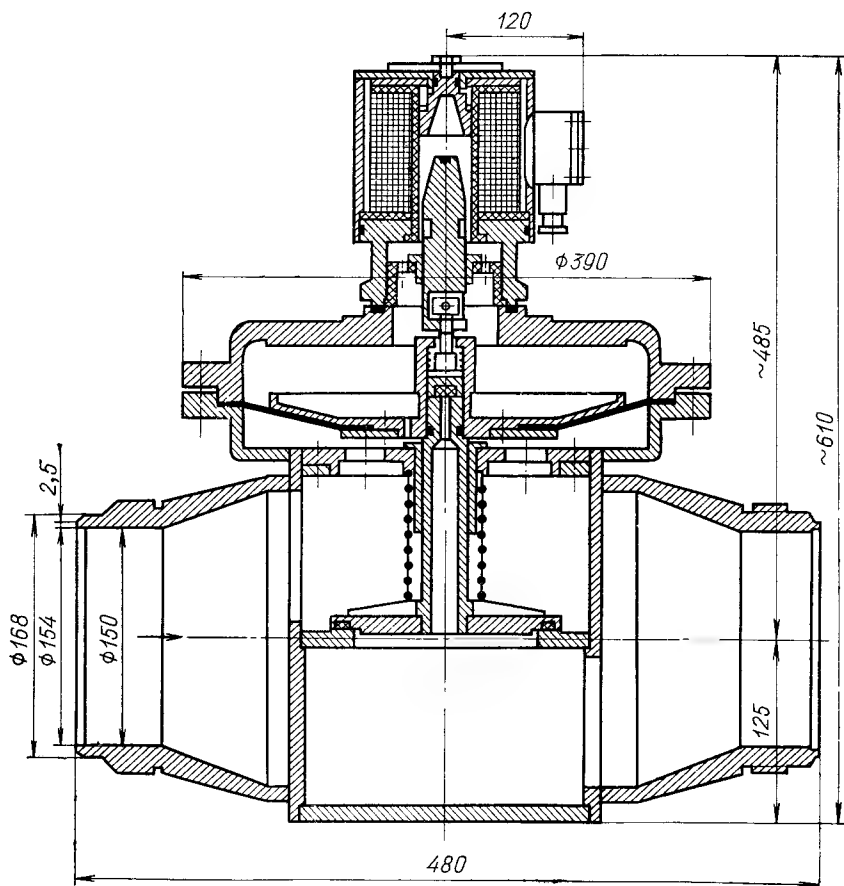


Рис. 3.21. Запорный мембранный клапан Т 26294 с электромагнитным приводом.

паны устанавливаются на горизонтальном трубопроводе электромагнитным приводом вертикально вверх. Они вакуумно-плотные по отношению к внешней среде. Рабочая среда подается на золотник. Герметичность запорного органа обеспечивается давлением рабочей среды, силой тяжести подвижных частей и усилием пружины. Уплотнительное кольцо в золотнике — из резины. В исходном положении (электромагнит в сеть не включен) разгрузочное отверстие управляющего устройства перекрыто сердечником электромагнита. Отверстие в седле клапана закрыто. При подаче напряжения на электромагнит сердечник поднимается, притягиваясь к стопу, поднимает разгрузочный золотник и открывает разгрузочное отверстие управляющего устройства. Давление из надмембранной полости сбрасывается. Под действием давления рабочей среды на мембрану и тягового усилия электромагнита основной золотник поднимается и открывает отверстие в седле клапана. При снятии напряжения якорь электромагнита, опускаясь, перекрывает разгрузочное отверстие управляющего устройства, сброс давления из надмембранной полости прекращается, давления над и под мембраной выравниваются. Под действием силы тяжести подвижных частей и пружины основной золотник опускается на седло и закрывает в нем отверстие. Клапан закрывается. Он управляется электромагнитным приводом с магнитом постоянного тока в режиме работы с относительной продолжительностью включения (ПВ), равной 50% при напряжении 220 В и мощности 350 Вт. Время открывания клапана 0,5 с. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-053—72 и относятся к арматуре класса 3Б по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали — корпус, крышка, золотник, седло — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т; мембрана и уплотнительное кольцо в золотнике — из резины. Гидравлическое испытание клапанов на прочность проводится при пробном давлении 0,15 МПа. При $t_p \leq 100^\circ \text{C}$ допускается рабочее давление среды 4—100 кПа. Масса клапана 85 кг.

Запорные бессальниковые клапаны $D_y = 15 \div 40$ мм с электромагнитным приводом. Условное обозначение Б 26107 (рис. 3.22, табл. 3.18). Предназначены для воздуха с агрессивными парами рабочей температурой от -10 до $+90^\circ \text{C}$, используются для отбора проб воздуха из помещений. Температура окружающего воздуха от -10 до $+50^\circ \text{C}$. Рабочее давление среды $p_p = 0,15$ МПа для клапанов исполнения Б 26107.01. Клапаны устанавливаются на горизонтальном трубопроводе электромагнитным приводом вертикально вверх и присоединяются при помощи штуцеров. Рабочая среда подается на золотник, золотник гуммирован вакуумной резиной. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус, ниппель — коррозионно-стойкая сталь 12Х18Н9Т, золотник — сталь 14Х17Н2. Клапаны управляются электромагнитным приводом с магнитом переменного тока на напряжение 220 В мощностью 575 Вт, режим работы ПВ повторно-кратковременный, не более 15 циклов в час. Имеется ручной дублер управления. Сигнализация крайних положений золотника осуществляется микропереключателем МИ-3А, встроенным в конструкцию электромагнита. Электрическая схема привода приведена на рис. 3.23. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1056—72. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Гидравлическое испытание клапанов на прочность проводится при пробном давлении 0,25 МПа.

Таблица 3.18. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса клапанов Б 26107.01, кг

D_y	L	L_1	d	d_1	d_p	l	s	H	h	Масса
15	110	190	21	18	M27×1,5	14	36	~290	25	10
25	120	224	32	28	M39×2	15	46	~300	35	14,1
40	170	293	48	44	M56×2	16	65	~333	48,5	12,4

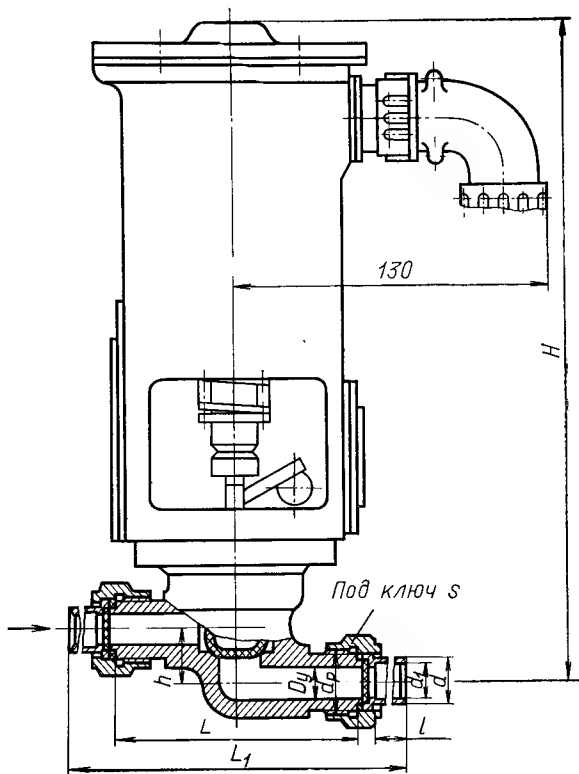
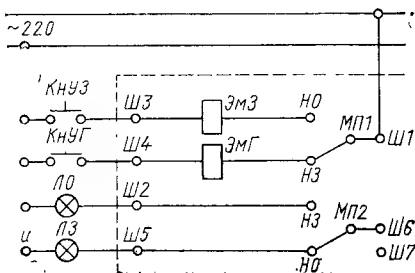


Рис. 3.22. Запорный бессальниковый клапан Б 26107 с электромагнитным приводом.

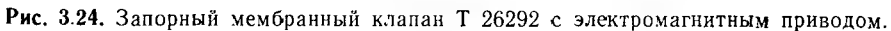
Запорные мембранные клапаны $D_y = 100$ мм с электромагнитным приводом, с патрубками под приварку. Условное обозначение Т 26292 (рис. 3.24). Предназначены для установки на трубопроводах конденсата давлением от 0,5 до 3,6 МПа, подаваемого в гидроприводы обратных клапанов. Рабочая температура конденсата до 100°C , температура окружающей среды до 60°C . Клапаны устанавливаются на горизонтальном трубопроводе электромагнитным приводом вертикально вверх. Клапаны вакуумно-плотные по отношению к внешней среде. Рабочая среда подается на золотник. Герметичность запорного органа обеспечивается давлением рабочей среды. В исходном положении (электро

Рис. 3.23. Электрическая схема электромагнитного привода:

МП1 и МП2 — микровыключатели; КнУГ и КнУЗ — кнопки управления главного магнита и защелки; ЭМГ — главный электромагнит; ЛО и ЛЗ — лампы-указатели положений «Открыто» и «Закрито» соответственно; Ш1 ... Ш7 — штыри штепсельного разъема; и — к электромагниту сигнализации.



116



брана вместе с основным золотником поднимается вверх, открывая отверстие в седле клапана. При снятии напряжения сердечник электромагнита опускается и перекрывает разгрузочное отверстие управляющего устройства. Сброс давления из надмембранной полости прекращается, перепад давления исчезает, так как давления над и под мембраной выравниваются, и под действием веса подвижных частей и пружины отверстие в седле клапана закрывается. В условиях нормальной эксплуатации клапан управляется электромагнитным приводом с магнитом постоянного тока в режиме работы ПВ 100% при напряжении 220 В и мощности 20 Вт. Время открывания клапана 0,5 с. Имеется ручной дублер для открытия клапана, состоящий из штока с рукояткой, расположенный в нижней части корпуса. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-053—73 и относятся к арматуре класса 3Б по условиям эксплуа-

тации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали — корпус, крышка, золотник, пружина — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T, шток — из стали 14X17H2, мембрана — из резины. Гидравлическое испытание клапанов на прочность проводится при пробном давлении 5,4 МПа. При $t_p \leq 100^\circ \text{C}$ допускается $p_p = 0,5 \div 3,6$ МПа. Масса клапана 50 кг.

3.2. РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА

Регулирующая арматура используется, как правило, для пропорционального (аналогового) регулирования расхода, но может использоваться и для двухпозиционного регулирования (открыто — закрыто) и находит довольно широкое применение на АЭС. При аналоговом регулировании должна обеспечиваться определенная гидравлическая характеристика контура. К регулирующей относится и дроссельная арматура, основной функцией которой является значительное снижение давления (давление на выходе из клапана в 2 и более раз ниже давления на входе). Как правило, к дроссельной арматуре не предъявляется высоких требований по точности гидравлической характеристики.

На АЭС широко применяется регулирующая арматура с ручным местным и дистанционным управлением или местным электрическим исполнительным механизмом. Регулирующая арматура с пневматическими исполнительными механизмами на АЭС применяется редко. Наиболее широкое применение на АЭС находят: регулирующие сальниковые и сильфонные вентили с ручным дистанционным управлением, регулирующие клапаны с местным и дистанционным электрическим исполнительным механизмом (ЭИМ), дроссельные вентили и клапаны, запорно-дроссельные вентили и клапаны; быстродействующие редукционные установки (БРУ), быстродействующие редукционно-охладительные установки (БРОУ). Часто применяются регуляторы давления и уровня. Регулирующая арматура подразделяется по диаметру прохода, давлению и температуре, материалу корпусных деталей, способу присоединения к трубопроводу, пропускной способности и пропускной гидравлической характеристике. Регулирующие вентили и клапаны являются управляемой арматурой, регуляторы давления и уровня действуют автоматически (автономно) с использованием энергии рабочей среды.

Ниже приведены габаритные и присоединительные размеры, а также масса основных видов регулирующей арматуры, используемой на специальных контурах АЭС с реакторами ВВЭР и РБМК.

3.2.1. Регулирующие вентили и дроссельные устройства

Вентили регулирующие используются для позиционного регулирования. **Запорно-регулирующие сильфонные вентили на $p_p = 2,5$ МПа с патрубками под приварку.** Условное обозначение ПТ-27001 (табл. 3.19, рис. 3.8). Предназначены для жидкости, воздуха, пароводяной смеси и азота рабочей температурой до 200°C , устанавливаются на трубопроводе в любом положении. Вентили вакуумно-плотные по отношению к внешней среде при остаточном давлении 0,5 Па. Рабочая среда подается под золотник. Гидравлическая характеристика вентилей близка к линейной. Управление вентильми $D_y = 65$ и 100 мм осуществляется вручную маховиком, а $D_y = 150$ мм — маховиком через коническую передачу, кроме того, предусмотрены варианты ручного местного и дистанционного управления через шарнирную муфту или конический редуктор для $D_y = 65$ и 100 мм и через шарнирную муфту для $D_y = 150$ мм. В исполнениях с маховиком или коническим редуктором предусмотрен местный указатель положения плунжера.

Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус и золотник в зависимости от исполнения — из стали 20 или коррозионно-стойкой стали 08X18H10T; крышка — из стали 08X18H10T, шток — из сплава ХН35ВТ. Гидравлическое испытание вентилей в сборе на прочность проводится

при пробном давлении 3,1 МПа. Корпус вентиля испытывается на прочность пробным давлением 3,8 МПа. Герметичность запорного органа и соединений проверяется воздухом рабочим давлением 2,5 МПа. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75.

Регулирующие сильфонные вентили на $p_p = 3$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение А 27071 (рис. 3.25). Предназначены для газообразных сред рабочей температурой до 40° С, устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. На случай прорыва сильфона предусмотрено уплотнение по штоку резиновыми кольцами, для регистрации прорыва и отвода протечек из сильфонной полости выведен штуцер. Соединение корпуса с крышкой уплотнено резиновым кольцом.

Рабочая среда подается под плунжер, пропускная гидравлическая характеристика вентиля близка к линейной. Допускается подача среды на плунжер (при этом характеристика несколько изменяется). Вентили имеют указатель

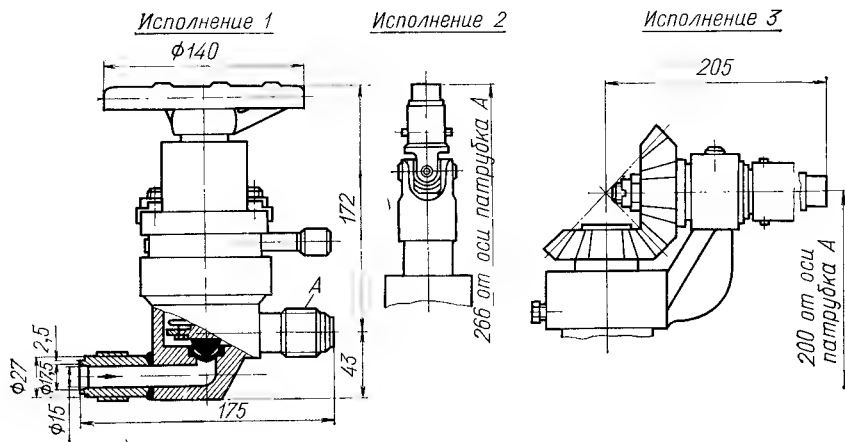


Рис. 3.25. Регулирующий сильфонный вентиль А 27071 на $p_p = 3$ МПа.

положения плунжера. Материал основных деталей — корпуса, крышки, штока, сильфона — коррозионно-стойкая сталь 08Х18Н10Т. Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1165—77 с ручным управлением посредством маховика или под дистанционный привод через шарнирную муфту без редуктора и под дистанционный привод через шарнирную муфту с коническим редуктором. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Гидравлические испытания вентилях на прочность проводятся при пробном давлении 4,5 МПа.

Масса вентилях имеет следующие значения:

Исполнение	1 (с рукояткой)	2 (с шарнирной муфтой)	3 (с конической передачей и шарнирной муфтой)
Масса, кг	6,2	6,0	9,5

Регулирующие сильфонные вентили на $p_p = 4$ МПа с патрубками под приварку, условное обозначение У 27087 (рис. 3.26, табл. 3.20). Предназначены для питательной воды, пара и инертного газа рабочей температурой до 200° С; устанавливаются на трубопроводе в любом положении. Пропускная гидравлическая характеристика вентиля близка к линейной. Рабочая среда подается под плунжер, допускается подача среды на плунжер (при этом характеристика несколько изменяется). Соединение корпуса с крышкой уплотняется проклад-

Таблица 3.19. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса вентиля PT 27001, кг

Dy	L	d	d ₁	H	H ₁	H ₂	h	h ₁	h ₂	h ₃	l	l ₁	l ₂	s	L ₀	Масса при исполнении		
																1 (РУ)	2 (ШМ)	3 (КР)
65	290	78	27	~326	~285	~414	165	100	158	16	170	115	24	32	400	52	50,5	62
100	350	115	27	~350	~309	~435	190	120	158	16	170	115	24	32	500	72,8	71,8	76,8
150	480	162	40	—	~455	~575	290	176	210	20	170	115	24	32	600	—	142,5	155

Таблица 3.20. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса вентиля, У27087, кг

Dy	L	d	d ₁	c	H	H ₁	H ₂	l	l ₁	D ₀	Масса при исполнении		
											1 (РУ)	2 (ШМ)	3 (КР)
32	180	44	32	1	~220	~229	265	180	130	160	8,4	7,5	10,75
50	230	66	50	1	~268	~292	345	180	130	200	14,15	12,60	15,65

кой и дублируется обваркой «на ус». Управление ручное — посредством маховика или от дистанционного привода через шарнирную муфту и через шарнирную муфту с коническим редуктором. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Уплотнительное кольцо в золотнике выполняется из фторопласта 4. Основные детали — корпус, сильфон, шпindel — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали.

Гидравлическое испытание вентилей в сборе на прочность проводится при пробном давлении 5 МПа, с испытание на герметичность запорного органа и соединений воздухом при рабочем давлении 4,0 МПа, вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75.

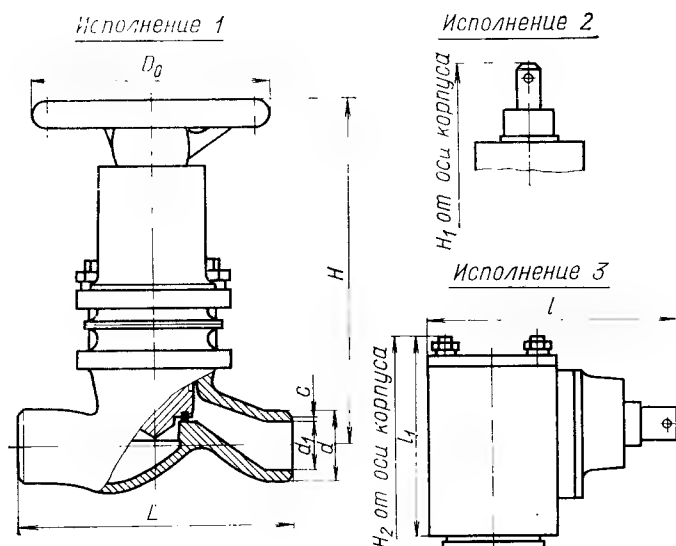


Рис. 3.26. Регулирующий сильфонный вентиль У 27087 на $p_y=4$ МПа.

Регулирующий сильфонный вентиль на $p_p=20$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение С 27089 (рис. 3.27). Предназначен для пресной воды, пароводяной смеси, воздуха и азота рабочей температурой до 325° С, устанавливается на трубопроводе в любом положении. Соединение корпуса с сильфонной сборкой выполнено беспрокладочным с применением притирки, а зажатие осуществляется накидной гайкой. Рабочая среда подается под золотник, пропускная гидравлическая характеристика вентили близка к линейной. Управление ручное посредством рукоятки, дистанционное через шарнирную муфту без редуктора или дистанционное через шарнирную муфту с коническим редуктором. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Материал основных деталей — корпуса золотника, сильфона — коррозионно-стойкая сталь 08Х18Н10Т, штока, шпинделя — коррозионно-стойкая сталь 14Х17Н2.

Гидравлическое испытание корпуса на прочность проводится пробным давлением 33 МПа. Вентиль в сборе испытывать пробным давлением не допускается. При монтажных и ремонтных работах допускается многократная опрессовка давлением 25 МПа продолжительностью до 10 мин. Допускается опрессовка давлением 28 МПа продолжительностью по 10 мин не более 20 раз за полный период работы арматуры. Открывать и закрывать вентили во время опрессовки не допускается.

Исполнение

2
(с шарнирной
муфтой)

3
(с шарнирной
муфтой и кони-
ческим редукто-
ром)
12.5

Масса, кг

10

9.5

12,5

Регулирующие сильфонные вентили на $p_p = 20$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение С 26257 (рис. 3.28, табл. 3.21). Предназначены для дистиллята рабочей температурой до 325° С, устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. Уплотнение соединения корпуса с крышкой выполнено беспорочладочным на притирке, поверхности поджимаются фланцами при помощи шпилек, и соединения дублируется обваркой «на ус». Рабочая среда подается под плунжер. Пропускная характеристика вентилы близка к линейной. Открывание и закрывание должно производиться при перепаде давления не более $\Delta p = 2,0$ МПа для вентилы $D_y = 50$ мм и не более $\Delta p = 2,5$ МПа для вентилы $D_y = 80$ мм. При давлении до 14 МПа вентили работают как запорно-регулирующие, при давлении выше 14 МПа их можно использовать как запорные.

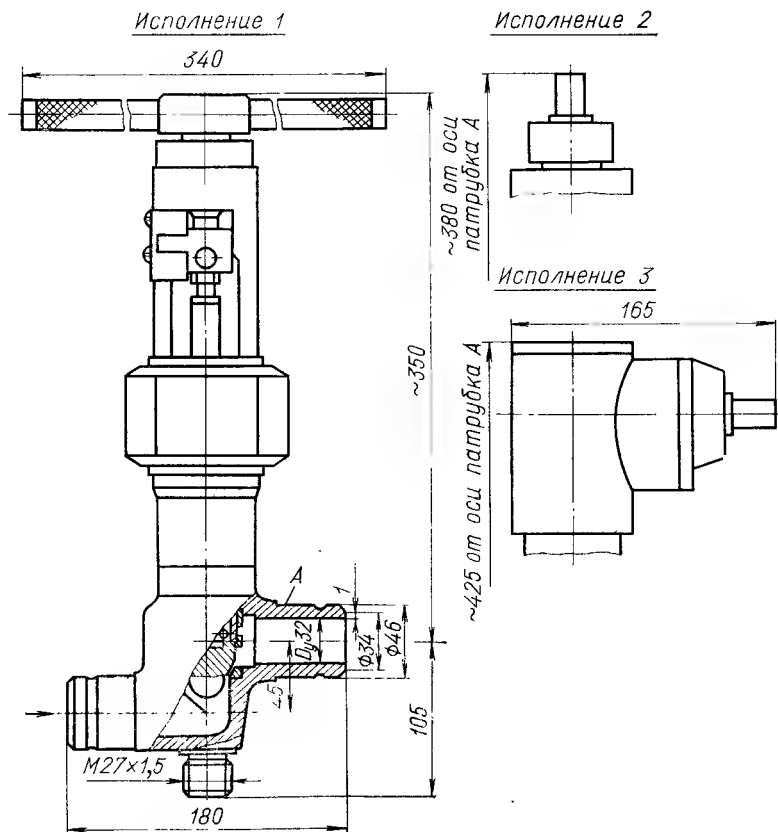


Рис. 3.27. Регулирующий сплюфонный вентиль С 27089 на $p_p=20$ МПа.

Таблица 3.21. Габаритные и присоединительные размеры, мм

D_y	L	d	d_1	c	d_p	H	H_1
50	230	63	47	3	M48×2	520	600
80	310	94	80	3	M63×3	650	700

пользовать только в качестве запорных устройств. Управление ручное посредством рукоятки и от любого дистанционного привода через шарнирную муфту или через шарнирную муфту и конический редуктор. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус, плунжер — из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T; шток, шпindelъ — 14X17H2. Гидравлическое испытание корпуса на прочность проводится при пробном давлении 33 МПа, в сборе вентиль пробным давлением испытывать не допускается. При монтаже и ремонте допускаются опрессовки при следующих условиях: многократная давлением 25 МПа продолжительностью 10 мин каждая; опрессовка давлением

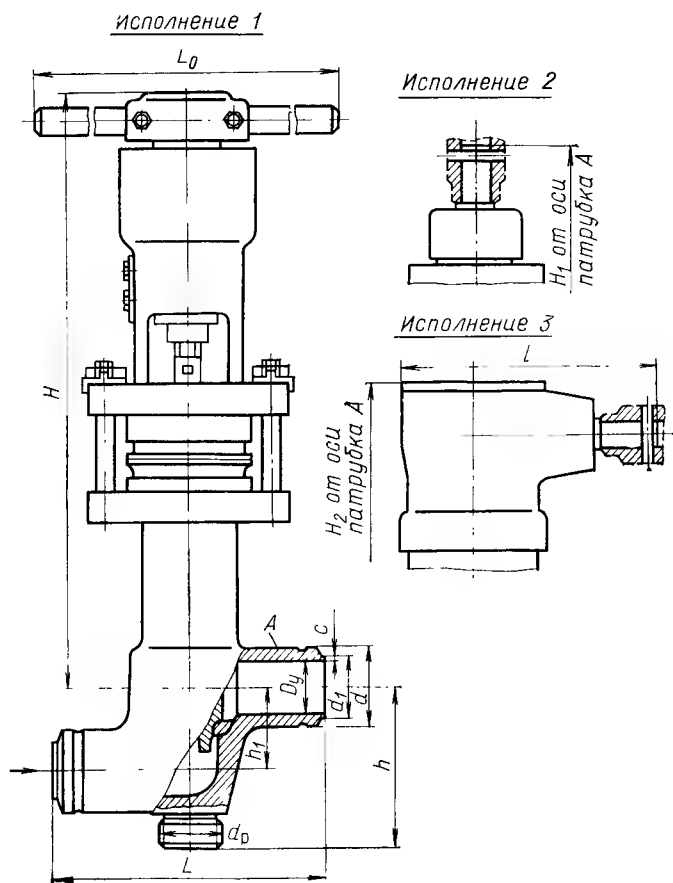


Рис. 3.23. Регулирующий сифонный вентиль С 26257 на $p_p = 20$ МПа.

H_2	h	h_1	l	L_0	Масса при исполнении		
					1 (РУ)	2 (ШМ)	3 (КР)
680	140	70	215	700	37	35	42
780	206	100	215	700	89	85	90

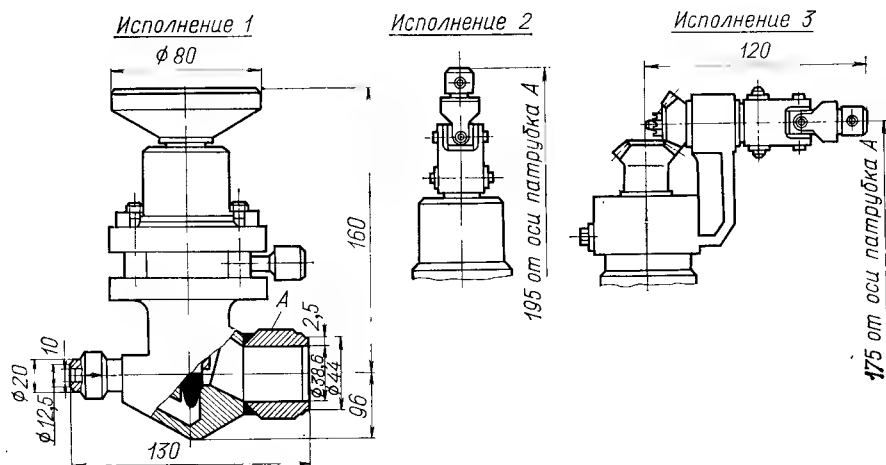


Рис. 3.29. Дроссельный сильфонный вентиль А 27070 на $p_p = 3$ МПа.

28 МПа не более 20 раз в течение всего периода работы арматуры, продолжительностью 10 мин каждая. Открывать и закрывать вентили во время опресовки не допускается.

Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75.

Дроссельный сильфонный вентиль $D_y = 10$ мм на $p_p = 3$ МПа коррозионно-стойкой стали с патрубками под приварку. Условное обозначение А 27070 (рис. 3.29). Предназначен для газообразных сред рабочей температурой до 25°C , устанавливается на трубопроводе в любом положении. Сильфонная герметизация подвижного соединения штока с крышкой дублируется уплотнительным кольцом. Для обнаружения протечки в случае прорыва сильфона из сильфонной полости выведен штуцер. Рабочая среда подается под иглу. Вентиль имеет указатель положения затвора. Управление ручное — при помощи маховика и от любого дистанционного привода через шарнирную муфту без редуктора и через шарнирную муфту с коническим редуктором. Герметичность обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали — корпус, игла, сильфон — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т. Гидравлическое испытание вентилях на прочность проводится при пробном давлении 4,5 МПа. Масса вентиля имеет следующие значения:

Исполнение	1 (с маховиком)	2 (с шарнирной муфтой)	3 (с коническим редуктором и шарнирной муфтой)
Масса, кг	4,63	4,40	5,11

Вентили изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1165—77.

Дроссельное устройство на $p_p = 20$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение С 96295 (рис. 3.30). Предназначено для дросселирования давления воды рабочей температурой до 325°C , устанавливается на трубопроводе в любом рабочем положении. Состоит из запорно-регулирующего вентиля и дроссельной батареи, в которой на определенном расстоянии друг от друга установлены шайбы с калиброванными отверстиями. Выходной патрубок батареи сваривается плотным швом со входным патрубком вентиля. Вентиль выполнен с сильфонным уплотнением штока. Уплотнение корпуса с крышкой

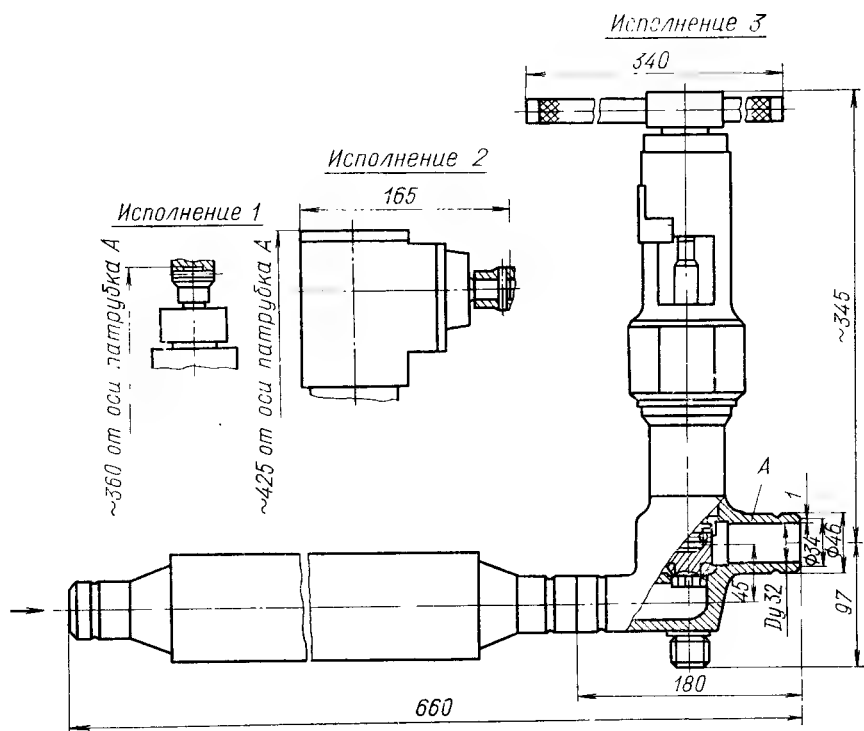


Рис. 3.30. Дроссельное устройство С 96295 на $p_p = 20$ МПа.

беспрокладочное, на притирке, дублируется обваркой «на ус». Уплотнительные поверхности плунжера и корпуса наплавлены сплавом повышенной стойкости. На вентиле имеется местный указатель положения плунжера. Дроссельное устройство обеспечивает перепад давления $\Delta p = 12,4$ МПа при расходе воды не менее 10 т/ч. Рабочая среда подается под плунжер. Расход среды в случае необходимости изменяется вентилем. Пропускная гидравлическая характеристика вентиля близка к линейной. Материал основных деталей — коррозионно-стойкая сталь. Управление вентилем ручное при помощи рукоятки или от любого дистанционного привода через шарнирную муфту или коническую передачу.

Гидравлические испытания корпуса вентиля на прочность проводятся пробным давлением 33 МПа. Испытание дроссельного устройства в сборе пробным давлением не допускается. При монтаже и ремонте установки допускается многократная опрессовка давлением 25 МПа продолжительностью 10 мин каждая, а также опрессовка давлением 28 МПа не более 20 раз в течение всего периода работы устройства продолжительностью 10 мин каждая. Открывать и

закрывать вентиль во время опрессовки не допускается. Масса дроссельного устройства имеет следующие значения:

Исполнение	1 (с шарнирной муфтой)	2 (с конической передачей)	3 (с рукояткой)
Масса, кг	20	25	23

Дроссельные устройства изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75.

3.2.2. Регулирующие и дроссельные клапаны и задвижки

Регулирующие клапаны применяются для непрерывного (пропорционального) регулирования.

Регулирующие клапаны на $p_y = 1$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение УФ 68046 (рис. 3.31, табл. 3.22). Предназначены для агрессивного солевого раствора рабочей температурой от $+50$ до $+170^\circ\text{C}$; устанавливаются на трубопроводе в любом положении с расположением оси штока

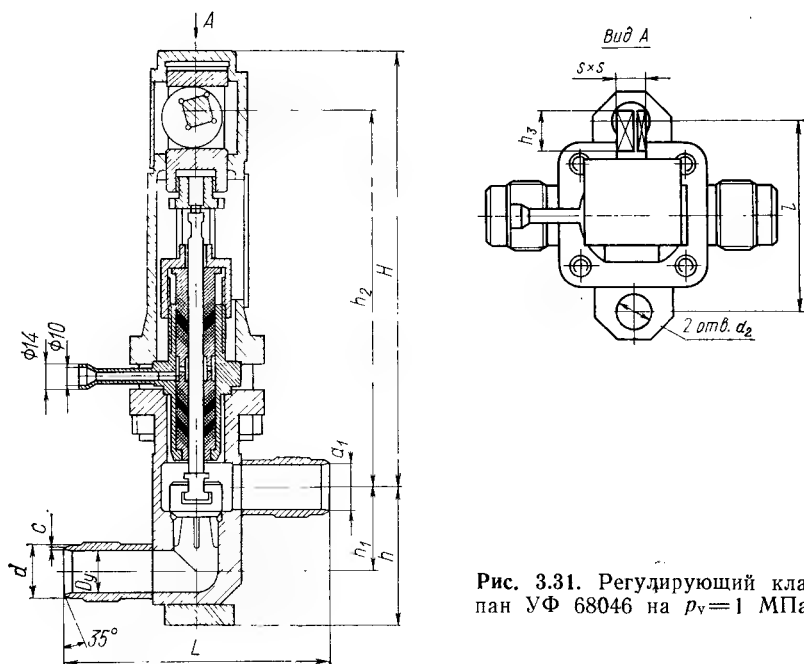


Рис. 3.31. Регулирующий клапан УФ 68046 на $p_v=1$ МПа.

в верхней полусфере. Пропускная гидравлическая характеристика близка к линейной. Среда подается под плунжер, допускается подача среды на плунжер. Подвижное соединение штока с крышкой герметизируется двойным сальником с набивкой из пропитанного асбеста. Протечки из нижнего сальника отводятся через трубу $\varnothing 14 \times 2$. Управление дистанционное от электрического однооборотного механизма типа МЭО. Открытие клапана происходит при вращении приводного вала против часовой стрелки. При исходном положении эксцентрика приводного вала должна быть обеспечена посадка плунжера на седло. Положение приводного вала в горизонтальной плоскости может быть изменено

Таблица 3.22. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса клапанов УФ 68046, кг

D_y	L	d	d_1	c	H	h	h_1	h_2	h_3	l	d_2	$s \times s$	Масса
25	150	32	30	1	250	78	48	213	22	100	18	11×11	7,5
40	194	44	42	1	300	111	66	244	25	130	27	19×19	17,2
50	240	57	56	1	340	125	76	287	25	130	27	19×19	17,5
65	285	76	74	2,5	380	167	109	312	25	130	27	19×19	20,0

путем поворота крышки относительно корпуса на 90° . Основные корпусные детали клапана изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении 1,5 МПа. При рабочей температуре до 170°C допускается рабочее давление среды до 1 МПа.

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1165—77.

Регулирующий двухседельный фланцевый клапан $D_y = 500$ мм на $p_p = 1$ МПа. Условное обозначение И 68038 (рис. 3.32). Предназначен для технической воды рабочей температурой до $+60^\circ\text{C}$, устанавливается на трубопроводе в любом положении (предпочтительно приводом вверх), при установке клапанов в наклонном положении следует обеспечить дополнительное крепление привода. Присоединительные размеры фланцев по ГОСТ 1234—67. Пропускная гидравлическая характеристика линейная. Допустимый перепад давления на клапане в процессе эксплуатации $\Delta p = 0,1$ МПа. При закрытом регулирующем органе клапана пропуск воды допускается до $7 \text{ м}^3/\text{мин}$ при давлении 0,1 МПа. Уплотнительные поверхности плунжера и седел наплавлены сплавом ЦН-12М или ЦН-6. Герметизация соединения штока с крышкой осуществляется сальником с сальниковой набивкой из пропитанного асбеста. Клапан управляется от электрического однооборотного механизма (МЭО) через зубчато-реечную передачу с рычагом, при длине рычага $L = 250$ мм для управления может использоваться механизм МЭО 63/250, при длине рычага $L = 300$ мм — МЭО 160/250. Полный ход клапана осуществляется при угле поворота рычага на 90° , время совершения полного хода порядка 70 с.

Корпус клапана имеет сферическую форму, такая форма проточной части клапана позволяет получить высокую пропускную способность в сочетании с минимальной массой. На крышке клапана предусмотрен местный указатель положения плунжера. Основные детали — корпус и стойка — изготавливаются из углеродистой стали 25. Гидравлическое испытание клапанов на прочность проводится при пробном давлении 1,5 МПа. Масса клапана 580 кг.

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1023—74.

Регулирующие двухседельные клапаны $D_y = 500$ мм на $p_y = 1,6$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение И 68051 (рис. 3.33, табл. 3.23). Предназначены для воды, водяного пара и конденсата рабочей температурой до 200°C . Температура окружающей среды допускается до 100°C . Клапаны устанавливаются на трубопроводе в любом положении, при установке клапана в наклонном положении следует обеспечить дополнительное крепление привода. Пропускная гидравлическая характеристика линейная. Допустимый перепад давления на клапане $\Delta p \leq 1,1$ МПа при закрытом и $\Delta p = 0,3$ МПа при полностью открытом клапане. При закрытом регулирующем органе пропуск среды допускается до $0,1 \text{ м}^3/\text{мин}$ при давлении на плунжер 0,1 МПа. Герметизация подвижного соединения штока с крышкой осуществляется двойным сальником с сальниковой набивкой из шнура сквозного плетения марки АГ-1. Между верхним и нижним сальниками предусмотрена трубка для отвода протечек в спецканализацию. Соединение корпуса с крышкой уплотняется медной прокладкой, кроме того, в корпусе и крышке предусмотрены «усы», которые при необходимости могут быть обварены плотным швом при монтаже клапанов на АЭС. Клапаны управляются от дистанционного при-

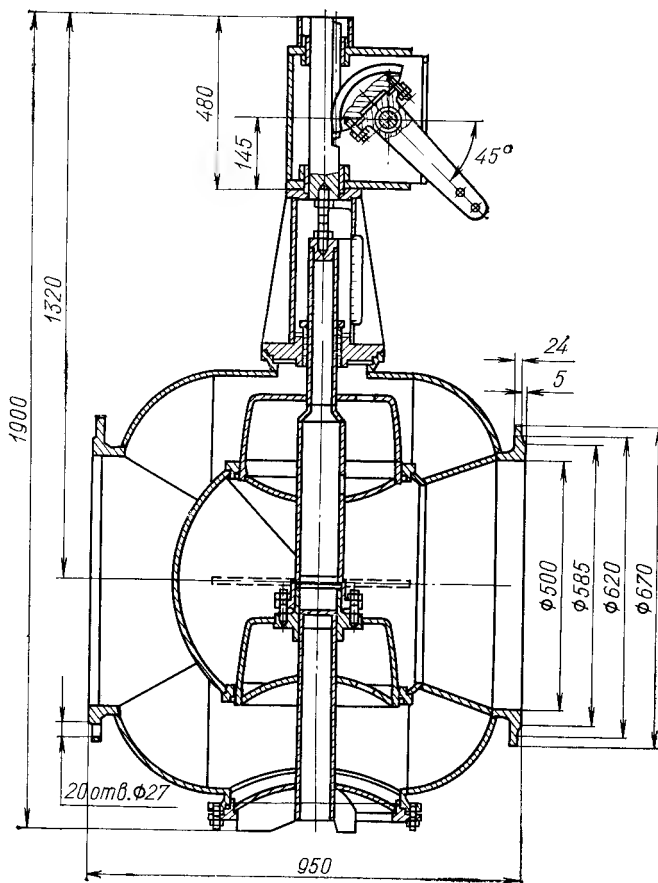


Рис. 3.32. Регулирующий двухседельный клапан И 68038 на $p_p \leq 1$ МПа.

вода через шарнирную муфту без редуктора или через шарнирную муфту с коническим редуктором. Управление осуществляется электрическим многооборотным механизмом МЭМ-10/160-63 (ГОСТ 7192—74). Муфта предельного момента МЭМ должна быть настроена на крутящий момент, обеспечивающий на шарнирной муфте клапана момент 68 Н · м. Время совершения полного хода плунжера порядка 80 с. Допускается использование для управления механизмов и других типов при условии выполнения указанного требования. На

Таблица 3.23. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса клапанов И 68055, И 68052, И 68051, кг

Обозначение	D_y	L	d	d_1	c	H	H_1	h	l	b	b_1	α	Масса
И68055	150	650	159	148	2,5	710	810	312	240	—	1,5	15°	210
И68052	250	630	273	255	2,5	1000	1108	355	240	35	3,0	10°	280
И68051	500	1100	530	512	1,5	1340	1350	550	240	30	3,0	35°	700

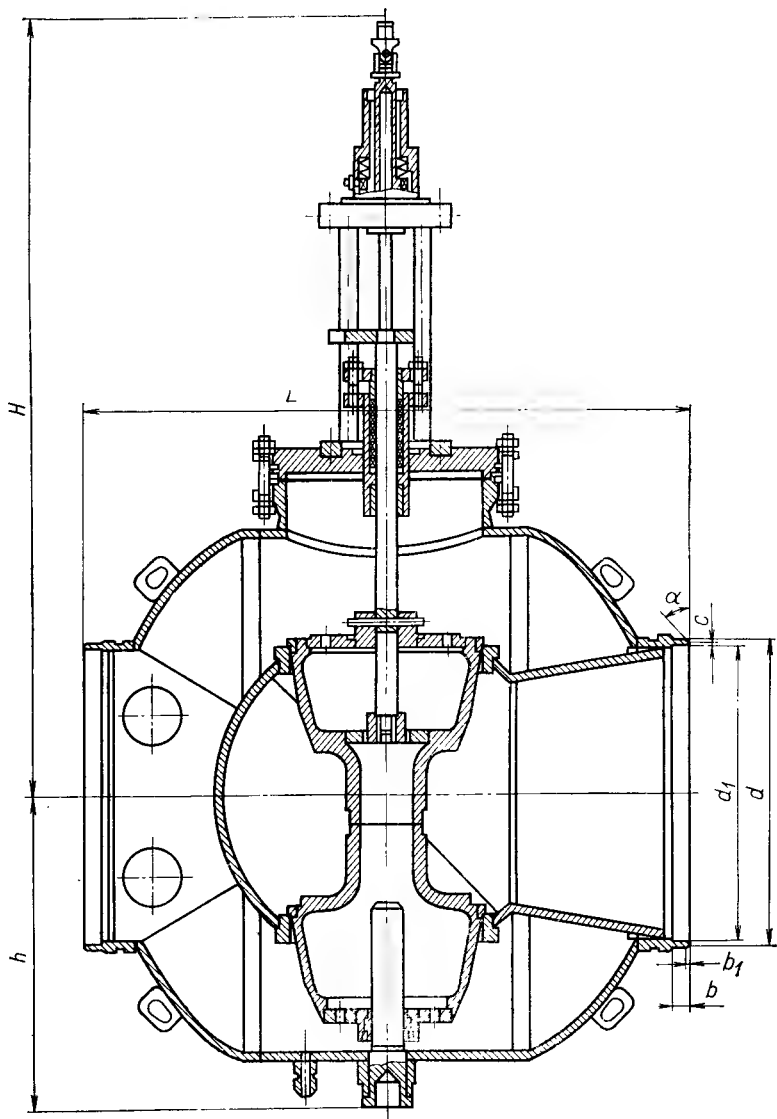


Рис. 3.33. Регулирующий двухседельный клапан И 68051 на $p_y = 1,6$ МПа.

бугельном узле клапана предусмотрен местный указатель положения плунжера. Основные корпусные детали изготавливаются из углеродистой стали, а седло, плунжер, шток и направляющие — из коррозионно-стойких сталей. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся пробным давлением 2,4 МПа.

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1144—76.

Регулирующий клапан $D_y = 6$ мм на $p_y = 4,0$ МПа с электрическим исполнительным механизмом. Условное обозначение А 68034-00-006. (рис. 3.34).

Клапан предназначен для газообразных сред рабочей температурой до 30°C ; устанавливается на трубопроводе в вертикальном положении с расположением электрического исполнительного механизма вверх или вниз. Пропускная гидравлическая характеристика линейная. Подача рабочей среды под плунжер. Уплотнение штока по корпусу сальниковое с кольцами из фторопласта-4. Присоединение клапана к трубопроводу — ниппельное. Клапан управляется электрическим исполнительным механизмом ПР-1М со следующими техническими характеристиками: ток — переменный с частотой 50 Гц и напряжением 220 В, потребляемая мощность 50 Вт, угол поворота выходного вала от 0 до 180° , мак-

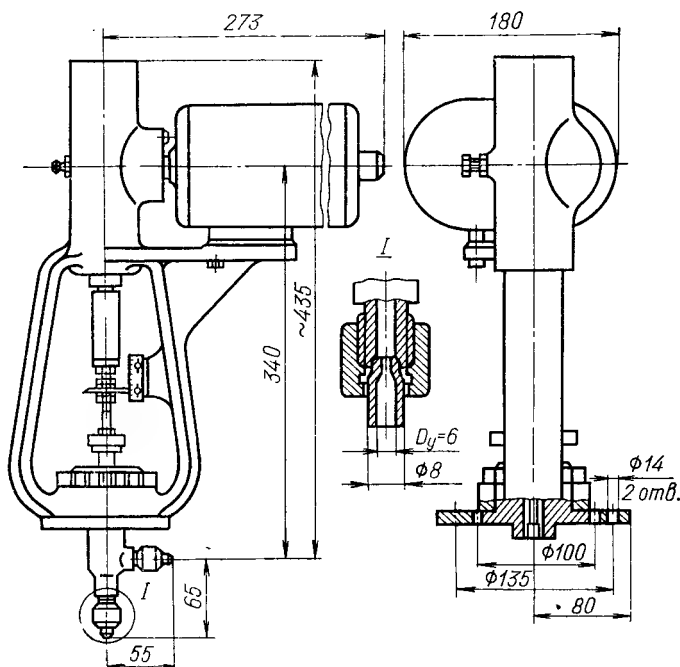


Рис. 3.34. Регулирующий клапан А 68034-00-006 на $p_y = 4$ МПа.

симальный крутящий момент 1 Н · м, угловая скорость вращения приводного вала $1/3$ об/мин. Время полного открытия и закрытия клапана (75 ± 10) с. На бугеле клапана предусмотрен местный указатель положения плунжера клапана. Максимальный допустимый перепад давления на клапане при закрытом плунжере не более 0,5 МПа.

Клапан должен устанавливаться в помещениях с температурой окружающего воздуха от 5 до 40°C и влажностью воздуха не более 70% при температуре 20°C . Для возможности использования на кислороде корпус клапана изготавливается из латуни ЛЖМц-59-1-1. При использовании клапана на кислороде должно быть произведено тщательное обезжиривание деталей, соприкасающихся с рабочей средой. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся пробным давлением 6,0 МПа. Масса клапана с ЭИМ — 19,2 кг. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-082—73.

Регулирующие двухседельные клапаны $D_y = 150$ мм на $p_y = 4$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение И 68055 (рис. 3.35, табл. 3.23). Предназначены для азота, воздуха, воды и водяного пара рабочей температурой до 250°C ; устанавливаются на трубопроводе в любом положении (предпочтительно приводом вверх), в случае установки клапана в наклонном положе-

нии следует обеспечивать его дополнительное крепление. Пропускная гидравлическая характеристика клапана линейная. Допустимый перепад давления на клапане не более 1,5 МПа. При закрытом регулирующем органе клапана пропуск среды допускается не более 1,3 дм³/мин при давлении на плунжере

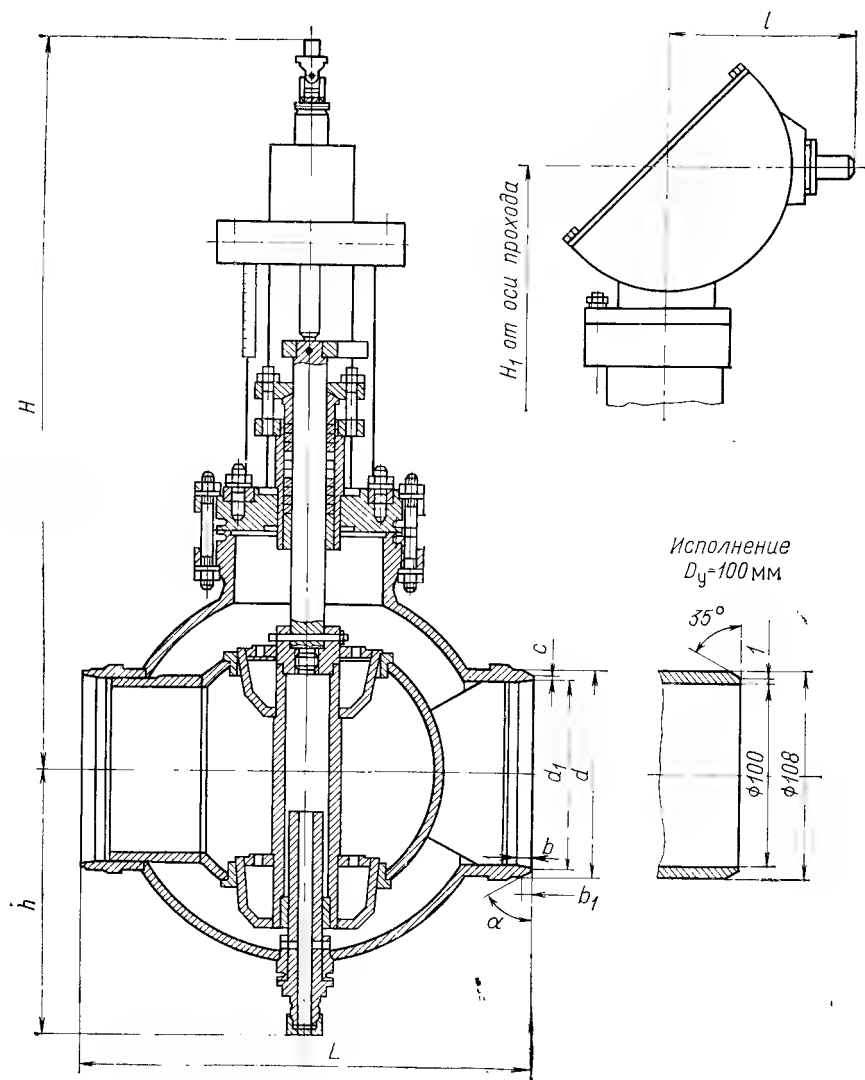


Рис. 3.35. Регулирующий двухседельный клапан И 68055 на $p_y = 4$ МПа.

0,1 МПа. Подвижное соединение штока с крышкой герметизируется двойным сальником с набивкой из шнура сквозного плетения марки АГ-1, предусмотрена промежуточная полость для отвода протечек в спецканализацию.

Клапаны управляются от дистанционного привода через шарнирную муфту без редуктора (исполнение 1) и через шарнирную муфту с коническим редуктором (исполнение 2). Для привода можно использовать многооборотный элект-

рический исполнительный механизм типа МЭМ, муфта предельного момента которого должна быть настроена на крутящий момент, обеспечивающий на шарнирной муфте клапана момент $45 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Муфта предельного момента привода должна быть настроена на крутящий момент, обеспечивающий на шарнирной муфте клапана момент $40 \text{ Н} \cdot \text{м}$ для исполнения без редуктора и $45 \text{ Н} \cdot \text{м}$ для исполнения с коническим редуктором. Для совершения полного хода плунжера требуется около 10 оборотов приводного вала. Допускается управление клапанами от механизмов других типов при условии выполнения указанного тре-

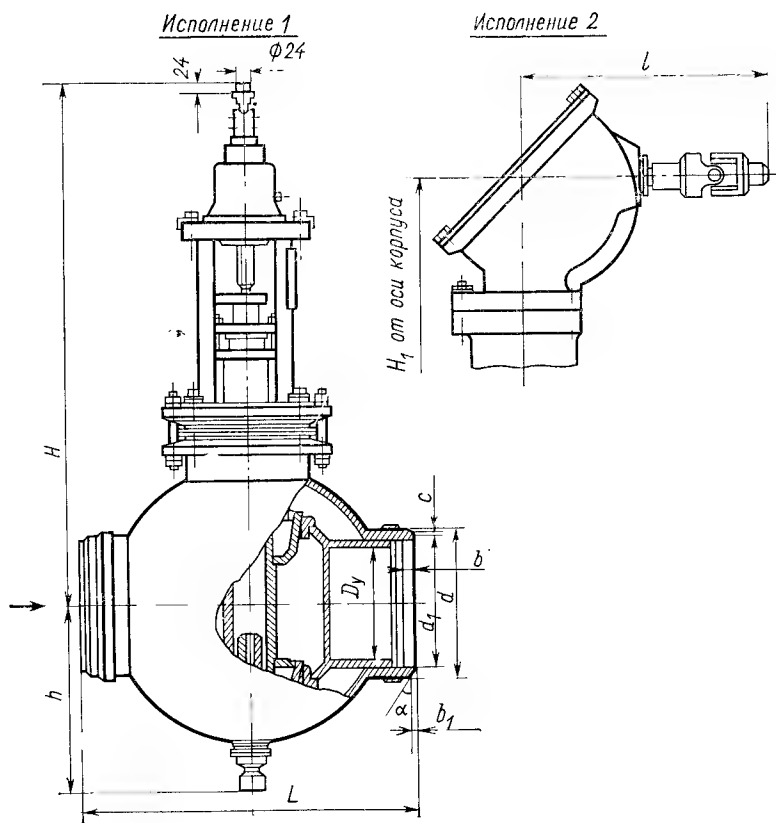


Рис. 3.36. Регулирующий двухседельный клапан И 68052 на $p_y = 4 \text{ МПа}$.

бования. На крышке клапана предусмотрен местный указатель положения плунжера. Корпусные детали изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н9Т или из углеродистой стали (в зависимости от исполнения); плунжер, седла, шток, направляющие — из коррозионно-стойкой стали. Гидравлическое испытание клапанов на прочность проводится при пробном давлении 6 МПа. В случае установки клапанов с $K_{VY} = 160, 100, 63 \text{ т/ч}$ на трубопровод $D_y = 100 \text{ мм}$, клапан по требованию заказчика комплектуется двумя переходниками $D_y = 150/100$ длиной 125 мм каждый. Разделка переходника под сварку с трубой $D_y = 100 \text{ мм}$ показана на рис. 3.35, при этом строительная длина клапана с двумя патрубками увеличивается до 900 мм.

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1144—76.

Регулирующие двухседельные клапаны $D_y = 250 \text{ мм}$ на $p_y = 4 \text{ МПа}$ с патрубками под приварку. Условное обозначение И 68052 (рис. 3.36, табл. 3.23)

Предназначены для воды, водяного пара и конденсата рабочей температурой до 215°C . Температура окружающей среды допускается до 100°C . Клапаны устанавливаются на трубопроводе в любом положении, рекомендуемое положение — крышкой вверх, в случае установки клапанов в наклонном положении следует обеспечить их дополнительное крепление. Пропускная гидравлическая характеристика клапанов линейная. Допустимый перепад давления на клапане не более $1,4\text{ МПа}$. При закрытом регулирующем органе клапана пропуск среды допускается до $0,05\text{ м}^3/\text{мин}$ при давлении на плунжер $0,1\text{ МПа}$. Подвижное соединение штока с крышкой герметизируется двойным сальником с набивкой из шнура сквозного плетения марки АГ-1, предусмотрена промежуточная полость для отвода протечек в спецканализацию. Соединение корпуса с крышкой уплотнено медной прокладкой, кроме того, в корпусе и крышке предусмотрены «усы», которые при необходимости могут быть обварены плотным швом при монтаже клапана.

Клапаны управляются от дистанционного привода через шарнирную муфту без редуктора или через шарнирную муфту с коническим редуктором. Управление осуществляется электрическим многооборотным исполнительным механизмом МЭМ 10/2,5-63 (ГОСТ 7192—62), муфта предельного момента МЭМ должна быть настроена на крутящий момент, обеспечивающий на шарнирной муфте клапана момент $60\text{ Н} \cdot \text{м}$. Время полного хода плунжера около 50 с . Допускается управление клапаном от механизмов и других типов при выполнении указанного требования. На бугельном узле клапана выполнен местный указатель положения плунжера. Основные корпусные детали изготавливаются из углеродистой или коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т (в зависимости от исполнения); седло, плунжер, направляющая, шток — из коррозионно-стойких сталей. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении 6 МПа .

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1144—76.

Регулирующие клапаны $D_y=100\text{ мм}$ на $p_p=5,4\text{ МПа}$ с патрубками под приварку. Условное обозначение Р 68030 (рис. 3.37). Предназначены для циркуляционной воды рабочей температурой до 80°C . Температура окружающей среды допускается до 100°C . Клапаны устанавливаются на трубопроводе в любом положении. Пропускная гидравлическая характеристика клапана линейная. Допустимый перепад давления на клапане $\Delta p = 5,2\text{ МПа}$. Протечки воды при закрытом регулирующем органе и давлении $5,4\text{ МПа}$ не должны превышать 5 т/ч . Подвижное соединение штока с крышкой герметизируется тройным сальником с промежуточным отводом протечек в спецканализацию.

Клапан управляется дистанционным приводом через шарнирную муфту без редуктора или шарнирную муфту с коническим редуктором. Применяется электрический однооборотный исполнительный механизм типа МЭО с крутящим моментом $250\text{ Н} \cdot \text{м}$ и углом поворота выходного вала 90° . Поворот выходного вала МЭО передается валу-шестерне клапана и посредством прямоугольной рейки преобразуется в поступательное движение штока и плунжера. На стойке клапана выполнены четыре паза, расположенные под углом 90° друг к другу, что позволяет в случае необходимости разворачивать ось шарнирной муфты на каждые 90° . Клапан имеет местный указатель положения плунжера.

Основные детали клапана, соприкасающиеся с рабочей средой, выполнены из коррозионно-стойких сталей. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся пробным давлением 15 МПа . Герметичность прокладочных соединений и сальников проверяется давлением 10 МПа . При закрытом плунжере в клапане допускается повышение давления среды до 10 МПа . Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-205-77. Масса клапана не более 108 кг .

Дроссельные заслонки $D_y=800\text{ мм}$ на $p_p=9,2\text{ МПа}$ с поворотным диском и патрубками под приварку. Условное обозначение ПТ 96002 (рис. 3.38). Предназначены для воды рабочей температурой до 270°C . Используются для ограничения производительности насоса в период пуска или остановки реакторной установки. Температура окружающего воздуха допускается до 60°C . Заслонки устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. Открывание и закрывание осуществляется поворотом диска на 90° . Поворотное соединение штока с корпусом герметизируется сальником с кольцами из шнура сквозного плетения марки АГ-1, имеется отвод протечек в спецканализацию.

При перепаде давления на заслонке 1,8 МПа расход воды через нее при закрытом запорном органе равен 6800 м³/ч.

Управление осуществляется в зависимости от исполнения заслонки: дистанционно через шарнирную муфту или встроенным электроприводом Б 099.101-11М,

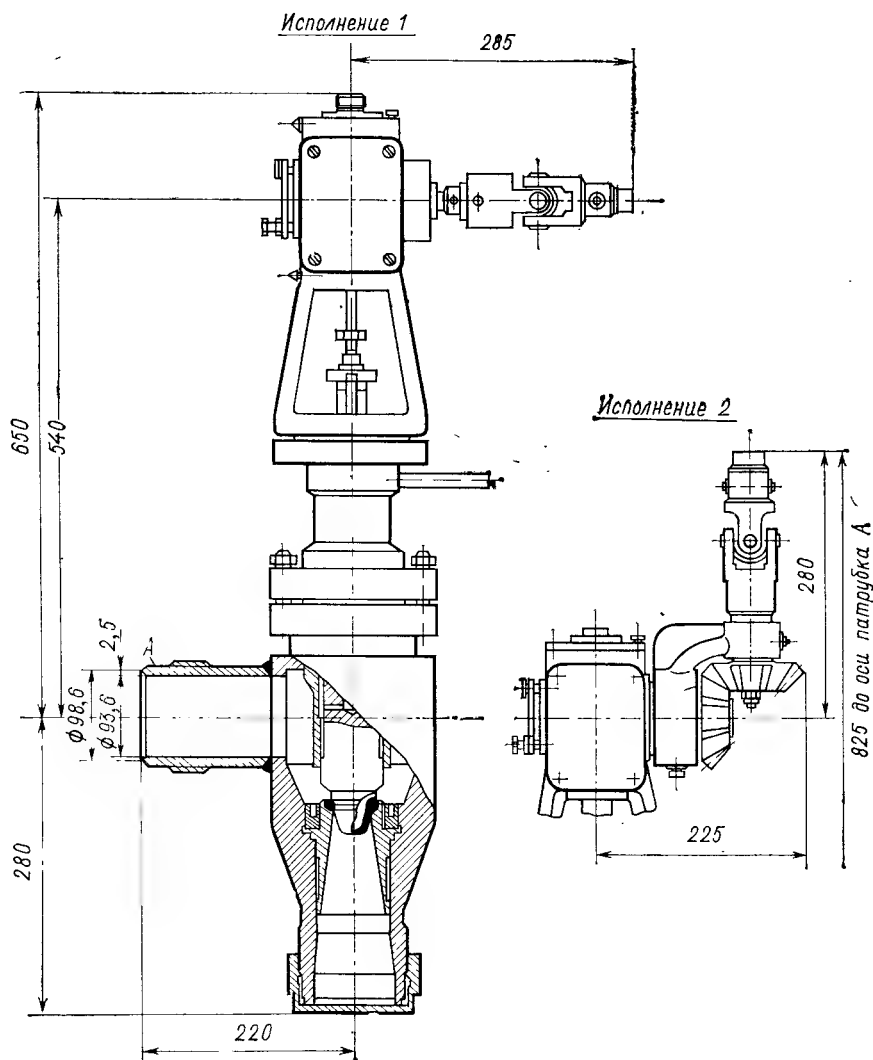


Рис. 3.37. Регулирующий клапан Р 68030 на $p_p = 5,4$ МПа.

во взрывозащищенном исполнении с электродвигателем типа ВА042-4 или В112М4 мощностью 5,5 кВт с частотой вращения вала двигателя 1500 об/мин. В варианте под дистанционное управление предусмотрены два исполнения: с горизонтальной или вертикальной осью вращения шарнирной муфты. Основные корпусные детали изготавливаются из углеродистой стали; вал, диск, направляющие — из коррозионно-стойких сталей. Гидравлическое испытание заслонок на прочность

проводится при пробном давлении 17,2 МПа. Масса клапанов со встроенным электроприводом — 1673 кг, под дистанционное управление — 1547 кг.

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1144—76.

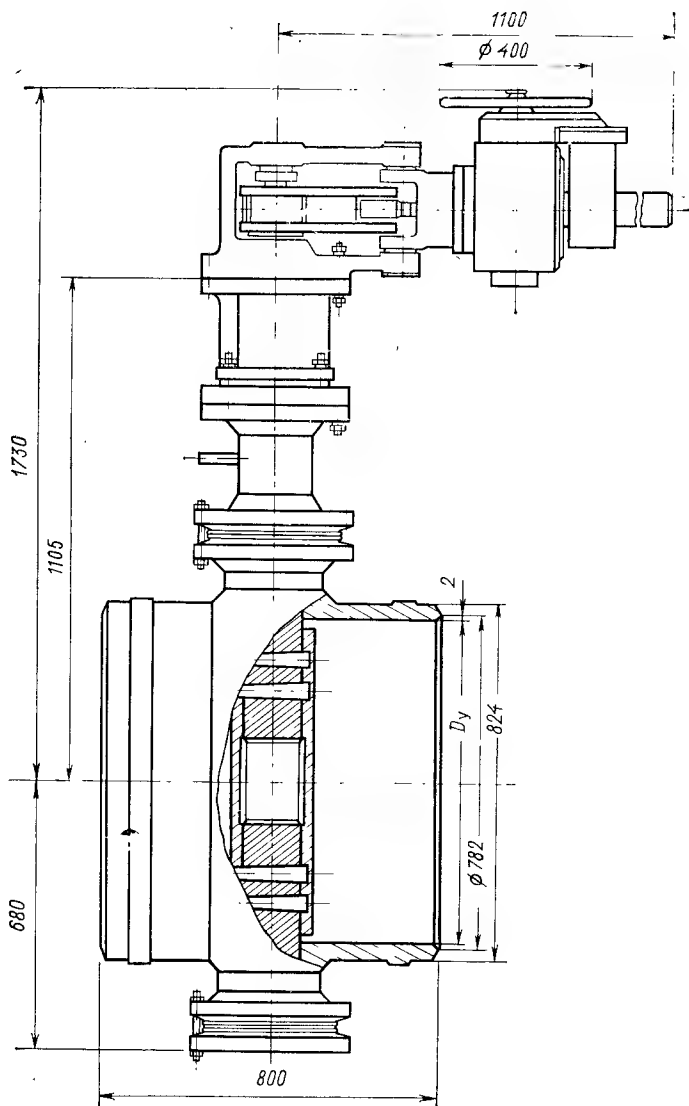


Рис. 3.38. Заслонка дроссельная ПТ 96002 с поворотным диском на $p_p=9,2$ МПа.

Шибберные регулирующие задвижки ЧЗЭМ $D_y=150$ и 250 мм. Условные обозначения 894-150 и 934-250 (рис. 3.39, табл. 3.24). Предназначены для регулирования расхода рабочей среды на различных трубопроводных системах АЭС: напорных трубопроводах аварийных насосов регулирования уровня конденсаторного сборника, трубопроводах охлаждающего конденсата и т. п.; устанавливаются в

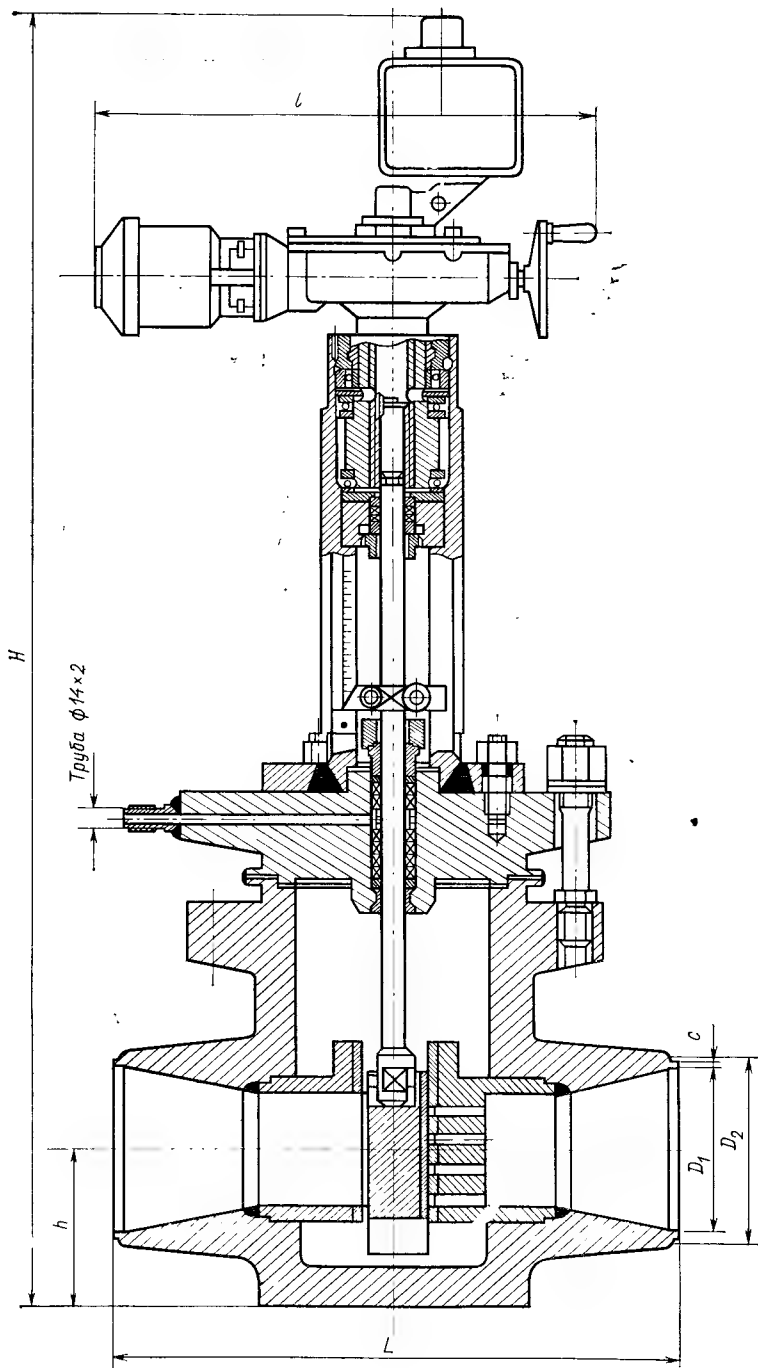


Рис. 3.39. Шлиберные регулирующие задвижки 894-150 и 934-250.

Таблица 3.24. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса шиберных задвижек 894-150 и 934-250 ЧЗЭМ, кг

Обозначение	L	D_1	D_2	H	h	l	c	Масса
894-150-Эа	400	143	166	1460	140	911	1,5	364
934-250-Эа	600	244	273	1740	180	947	2,5	730

любом положении и соединяются с трубопроводом сваркой. Регулирование осуществляется перемещением шиберов относительно седла, в котором имеется большое количество отверстий различного диаметра. Между входным седлом и шибером предусмотрен зазор 1—2 мм. Благодаря шарнирному соединению штока с шибером последний под давлением рабочей среды постоянно прижат к седлу, что позволяет значительно уменьшить протечку при закрытом положении запорного органа. В зависимости от исполнения задвижка может управляться вручную,

встроенным электроприводом или дистанционно от колонкового электропривода. Управление электроприводом может осуществляться ключом со щита управления или автоматически от регуляторов питания. Для отключения задвижки в крайних положениях, а также для передачи на щит управления информации о положении шиберов в комплекте задвижки предусмотрен блок сервомотора БС-2 или коробка путевых выключателей типа ВП-4 с резисторами. Благодаря сальниковому уплотнению в нижней части бугеля подшипники и резьбовая пара постоянно работают в масляной ванне.

Шток в крышке уплотняется двойным сальником с промежуточным отбором протечек. Сальниковая набивка набрана из прессованных колец шнура сквозного плетения марки АГ-50. Соединение корпуса с крышкой уплотняется зубчатой металлической прокладкой и дублируется обваркой «на ус». Пропускная характеристика близка к линейной. Основные детали — корпус, крышка, седло, шибер, шток — выполнены из коррозионно-стойких сталей, резьбовая втулка из бронзы БрАЖ-9-4. Основные характеристики задвижек приведены в табл. 3.24.

Регулирующие шиберные задвижки 958-400, 810-250, 810-100, 958-100 и дрос-

сельные задвижки 959-150 (рис. 3.40, табл. 3.26 и 3.27). Предназначены для регулирования расхода рабочей среды на различных трубопроводных системах АЭС; присоединяются к трубопроводу сваркой. Регулирование осуществляется перемещением шиберов вдоль седла, выполненного в виде диска с одним отверстием или в виде диска с перфорированной решеткой для получения необходимых пропускной способности и пропускной гидравлической характеристики.

Уплотнительные поверхности седла и шиберов наплавлены сплавом повышенной стойкости. Задвижка управляется встроенным электроприводом. Шток в крышке уплотняется сальниковой набивкой. Соединение корпуса с крышкой в задвижке 958-400 — фланцевое на паронитовой прокладке, в остальных — бесфланцевое с сальниковым уплотнением. Основные детали — корпус, крышка, седло, ши-

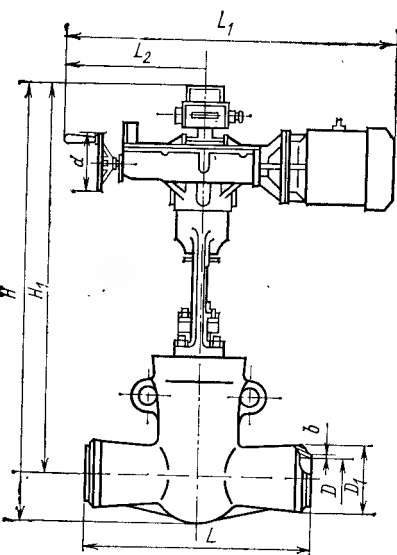


Рис. 3.40. Шиберные регулирующие задвижки 958-400, 810-250, 810-100, 958-100 и 959-150.

Таблица 3.25. Основные технические характеристики шиберных задвижек 934-250 и 894-150 ЧЗЭМ

Параметр	Размерность	Задвижка	
		934-250	894-150
D_y	мм	250	150
p_p	МПа	11	10
t_p	°C	165	290
Рабочий диапазон перепада давления при длительной работе	МПа	1,1—2,9	0,03—4,0
Кратковременный допускаемый перепад давления	МПа	10,0	6,0
Расчетный крутящий момент по втулке шпинделя:	Н·м		
при $\Delta p=3,0$ МПа		300	—
при $\Delta p=6,0$ МПа		—	110
Номинальный крутящий момент электропривода, установленного на задвижке	Н·м	430	280
Тип электропривода	—	793-ЭР-О-П	792-ЭРК-О-П
Время открывания клапана	с	53	60
Число оборотов втулки для полного открытия	об	18,2	20
Пропускная способность	т/ч	—	302
Пробное давление испытания корпуса и крышки	МПа	16,0	16,0
Давление испытания на герметичность уплотнения штока и корпуса с крышкой	МПа	14,0	12,5

бер — изготавливаются из углеродистых сталей. Задвижки изготавливаются и поставляются по ТУ 108-681—77.

Шиберная регулирующая задвижка $D_y=50$ мм на $p_p=12$ МПа. Условное обозначение 810-50-РН (рис. 3.41). Предназначена для регулирования расхода рабочей среды температурой до 250° С, присоединяется к трубопроводу сваркой. Регулирование осуществляется перемещением шибера относительно седла. Имеется шесть исполнений по пропускной гидравлической характеристике и пропускной способности в зависимости от формы плунжера. Уплотнительные поверхно-

Таблица 3.26. Характеристики шиберных регулирующих задвижек 958-400, 810-250, 810-100, 958-100, 959-150 ЧЗЭМ

Обозначение	p_p , МПа	t_p , °C	Тип электропривода	Крутящий момент на приводе $M_{кр}$, Н·м	Перепад Δp , при котором указан крутящий момент, МПа	Время полного открытия, с	Давление испытания, МПа	
							на прочность $p_{пр}$	на герметичность
958-400-Э-01	12	250	795-ЭР-О-У	373	1,0	100	18,0	15,0
958-400-Э-02	8,6	300	795-ЭР-О-У	373	1,0	100	18,0	15,0
810-250-ЭН	12	250	822-ЭР-О	160	5,0	60	18,0	15,0
810-100-ЭН	12	250	822-ЭР-О	145	5,0	38	18,0	15,0
958-100-Э	12	250	793-ЭР-О-П	166	—	37	18,0	15,0
959-150-Э-01	8,6	300	793-ЭР-О-П	205	Критический » »	37	16,5	11,0
959-150-Э-02	8,6	300	793-ЭР-О-П	205		37	16,5	11,0
959-150-Э-03	8,6	300	793-ЭР-О-П	205		37	16,5	11,0

Таблица 3.27. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса задвижек 958-400, 810-250, 810-100, 958-100, 959-150 ЧЗЭМ, кг

Обозначение	L	L_1	L_2	H	H_1	D	D_1	b	d	Масса
958-400-Э-01	900	1070	595	2560	2285	382	430	2,5	320	1409
958-400-Э-02	900	1070	595	2560	2285	382	430	2,5	320	1393
810-250-ЭН	700	885	370	1205	1045	244	285	2,5	200	343
810-100-ЭН	500	885	370	1140	995	101	115	1,0	200	272
958-100-Э	500	948	430	1315	1185	97	120	1,0	200	326
959-150-Э-01	600	948	430	1355	1205	142	165	2,5	200	354

сти плунжера и седла наплавлены сплавом повышенной стойкости. Управляется электрическим исполнительным механизмом МЭО 63-100, при угле поворота рычага исполнительного механизма на 90° время полного открытия задвижки 25 с.

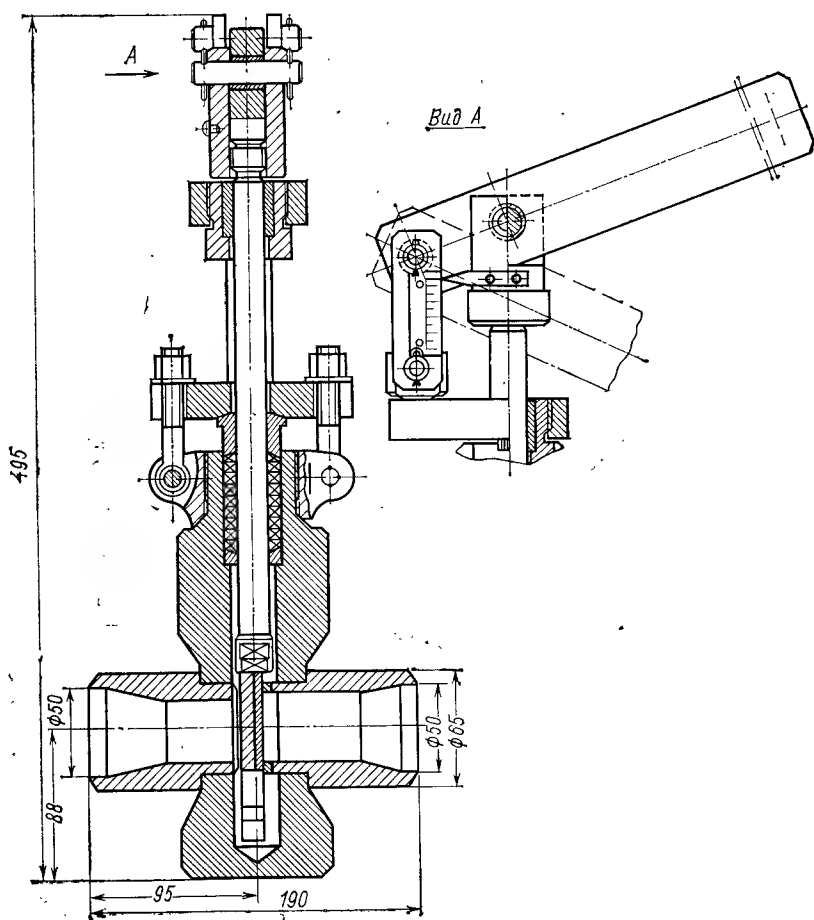


Рис. 3.41. Шиберная регулирующая задвижка 810-50-Р⁶Н на $p_p = 12$ МПа.

Максимальное расчетное усилие на конце рычага при закрытии 2170 Н. Предусмотрен местный указатель положения шибера. Основные детали задвижки — корпус, шибер, бугель — изготавливаются из углеродистой стали. Гидравлические испытания на прочность проводятся пробным давлением 18 МПа, на герметичность соединений и сальника — давлением 15 МПа. Задвижки изготавливаются по ТУ 108-681—77. Масса задвижки без электрического исполнительного механизма 18,9 кг.

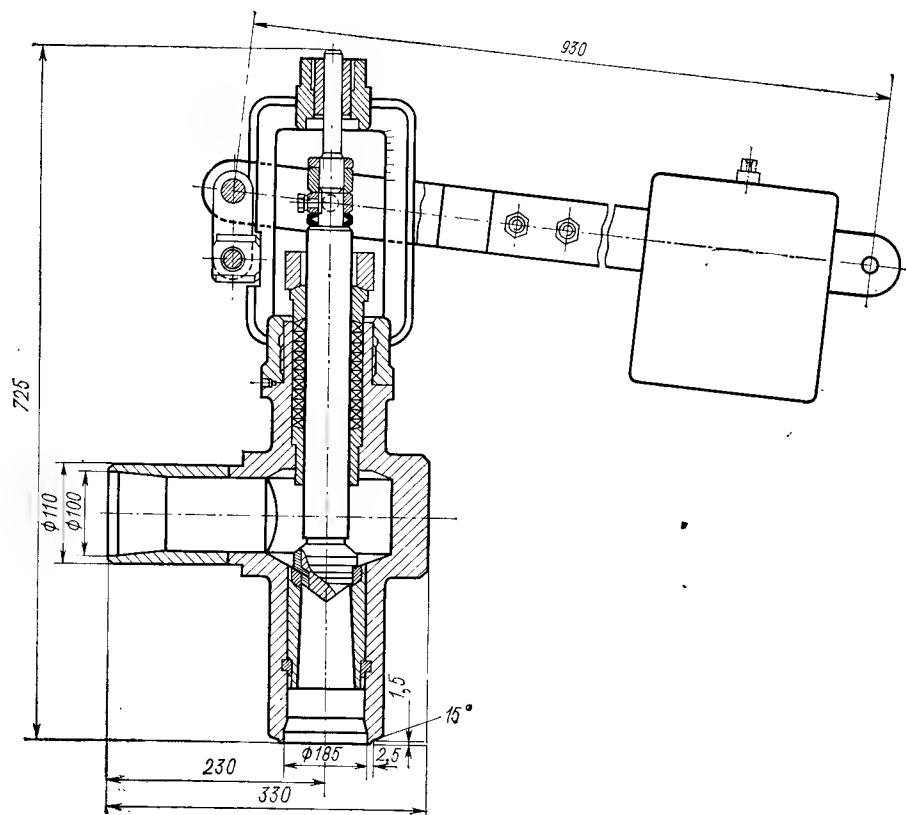


Рис. 3.42. Дроссельный клапан 853-100-Р^а на $p_p=6$ МПа.

Дроссельный клапан $D_y=100$ мм на $p_p=6$ МПа. Условное обозначение 853-100-Р^а (рис. 3.42). Клапан — угловой, предназначен для дросселирования давления путем изменения расхода рабочей среды температурой до 275° С; устанавливается вертикально узлом привода вверх и присоединяется к трубопроводу сваркой. Седло и плунжер наплавлены сплавом повышенной стойкости. Шток уплотняется в корпусе сальниковой набивкой. Клапан управляется при помощи рычага от электрического исполнительного механизма МЭО 63-40. Время, необходимое для полного открытия клапана, равно 10 с. Основные детали клапана выполняются из углеродистой стали. Гидравлические испытания на прочность проводятся пробным давлением 11 МПа, испытания на герметичность запорного органа и сальника — давлением 7,5 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 108-681—77. Масса клапанов без электрического исполнительного механизма 137, 6 кг.

Запорно-дроссельные клапаны 960-300/350-Э, 931-250/300-Э^а и 936-150/250-Э (рис. 3.43, табл. 3.28 и 3.29). Предназначены для регулирования расхода

рабочей среды, присоединяются к трубопроводу сваркой. Среда подается на золотник в два патрубка (D_y указано в числителе в обозначении клапана), выход среды из одного патрубка (D_y в знаменателе). В корпус клапанов вварено седло, уплотнительные поверхности плунжера и седла наплавлены сплавом повышенной стойкости. Для крепления клапанов к фундаменту на выходном

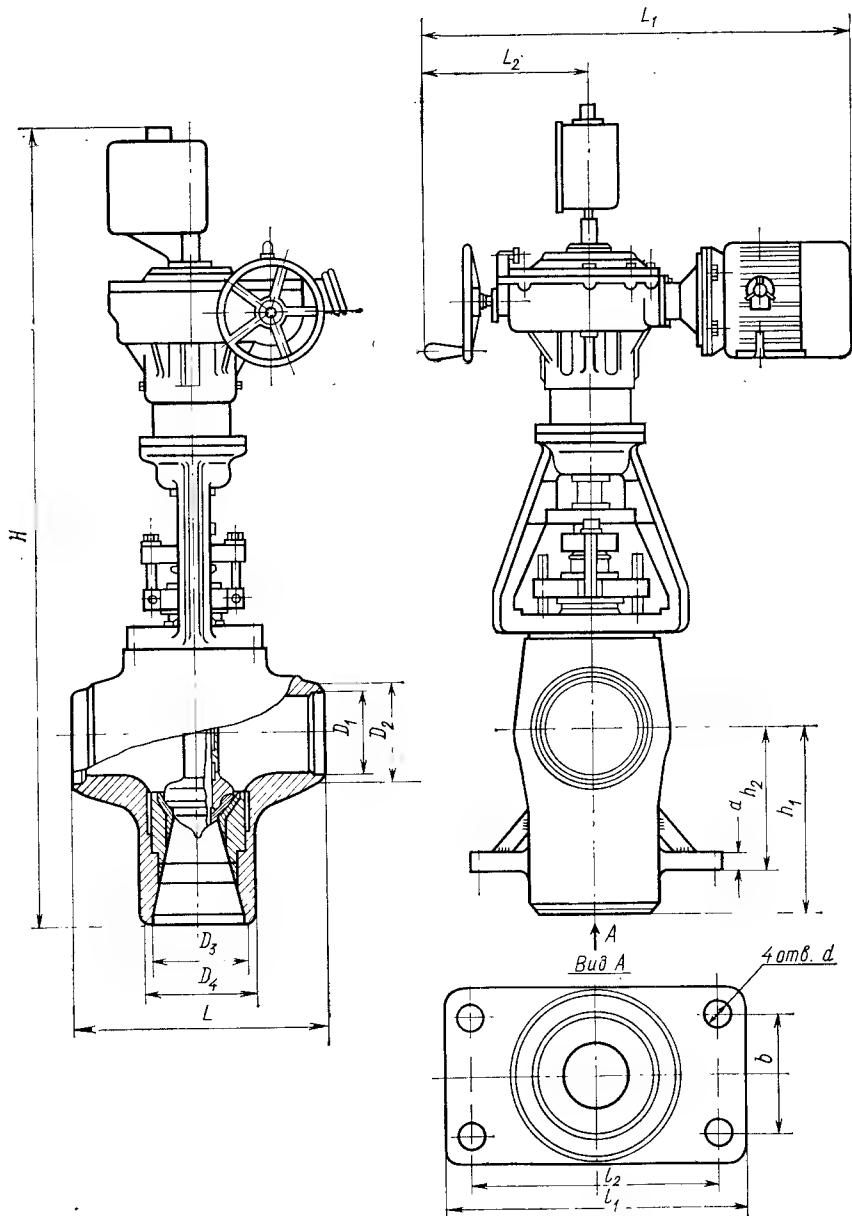


Рис. 3.43. Запорно-дроссельные клапаны 960-300/350-Э; 931-250/300-Э^а и 936-150/250-Э.

Таблица 3.28. Характеристика клапанов 960-300/350-Э, 931-250/300-Э^а, 936-150/200-Э ЧЗЭМ

Обозначение	p_p , МПа	t_p , °C	Расход, т/ч	Тип электропривода	Крутящий момент, Н·м	Время полного открытия, с	Давление испытания, МПа	
							на прочность $p_{пр}$	на герметичность
960-300/350-Э	8,0	300	900	876-Э-О-04	3000	15	15	10
931-250/300-Э ^а	6,0	275	440	876-Э-О-1	1000	11	11	7,5
936-150/200-Э	6,0	275	200	876-Э-О-03	880	11	11	7,5

Таблица 3.29. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса клапанов 960-300/350-Э, 931-250/300-Э^а, 936-150/250-Э ЧЗЭМ, кг

Обозначение	L	D_1	D_2	D_3	D_4	H	h_1	h_2
960-300/350-Э	820	290	330	345	377	2600	600	500
931-250/300-Э ^а	750	256	280	303	340	2300	530	410
936-150/200-Э	650	148	175	239	280	2135	505	405

Обозначение	L_1	L_2	l_1	l_2	d	a	b	Масса
960-300/350-Э	1295	460	880	720	70	55	360	2562
931-250/200-Э ^а	1265	500	730	650	48	55	160	1415
936-150/200-Э	1190	460	730	650	48	70	160	1172

Таблица 3.30. Характеристики дросселирующих устройств ЧЗЭМ

Обозначение	p_p , МПа*	t_p , °C*	Расход, т/ч	Проходная площадь шумоглушителя, см ²			Пробное давление $p_{пр}$, МПа
				первого	второго	третье-го	
960-500/800-Ш-01	2,6/1,5	225/197	900	963	—	—	4,2
960-500/800-Ш-02	2,6/1,5	225/197	900	1150	—	—	4,2
958-400/600-Ш	3,46/1,15	242/188	—	122,5	211	—	3,1**
931-400/ШФ	2,8	230	440	440	—	—	4,0
960-350/500-Ш-01	4,5/2,6	260/225	900	555	—	—	7,8
960-350/500-Ш-02	4,5/2,6	260/225	900	666	—	—	7,8
936-350/450-ШФ	1,1/0,6	183/162	200	490	—	—	1,8
936-250/350-ШФ	3,3/1,1	238/183	200	167	284	—	6,0
959-150/400-Ш	5,2/1,03	270/180	—	53,4	94,2	163,3	4,9***
855-100/250-ОФ	3,0	230	—	56,95	85	—	5,0

* В числителе данные для входного патрубка, в знаменателе — для выходного.

** Давление испытания входного патрубка 5,7 МПа.

*** Давление испытания входного патрубка 9,4 МПа.

патрубке предусмотрен фланец с отверстиями под болты. Соединение корпуса с крышкой фланцевое на прокладке в клапане $D_y = 300/350$ мм и бесфланцевое с сальниковым уплотнением в клапанах остальных D_y . Шток уплотняется в крышке сальниковой набивкой. На клапане предусмотрен местный указатель положения плунжера. Клапан управляется встроенным электроприводом. Основ-

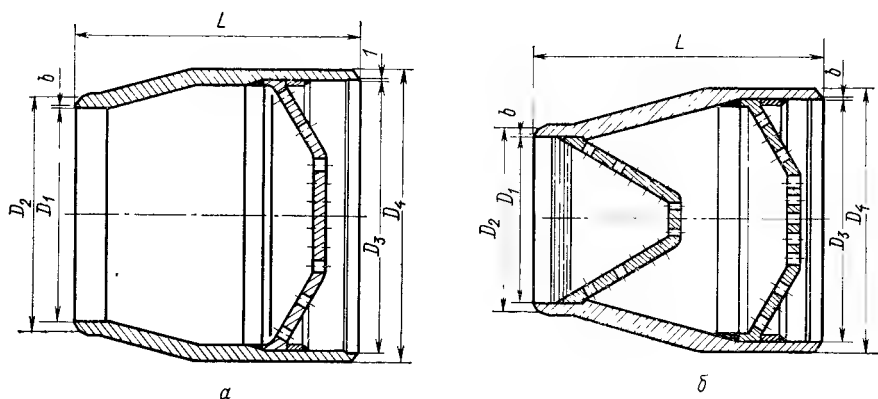


Рис. 3.44. Дросселирующие устройства БРУ АЭС.

ные детали клапанов изготавливаются из углеродистой стали. Герметичность запорного органа клапанов по 2-му классу ГОСТ 9544—75. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 108-681—77.

Дросселирующие устройства БРУ АЭС: 960-500/800-Ш, 958-400/600 Ш, 931-400-ШФ, 960-350/500-Ш, 936-350/450-ШФ, 936-250/350-ШФ, 959-150/400-Ш, 855-100/250-ОФ (рис. 3.44, табл. 3.30 и 3.31). Предназначены для понижения давления и глушения шума, возникающего в процессе дросселирования давления, присоединяются к дроссельным клапанам и трубопроводам сваркой. Дросселирующее устройство представляет собой коническую трубу (в устройстве 931-400-ШФ цилиндрическая), внутри которой вварена одна (рис. 3.44, а) или несколько (рис. 3.44, б) перфорированных решеток. Количество решеток и их проходная площадь зависят от расхода пара и перепада давления на устройстве и приведены в табл. 3.30. Детали устройств изготавливаются из углеродистой стали. Изготовление и поставка по ТУ 108-681—77.

Таблица 3.31. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса дросселирующих устройств ЧЗЭМ, кг

Обозначение	L	D_1	D_2	D_3	D_4	b	Масса
960-500/800-Ш-01	1050	509	530	802	824	1	239
960-500/800-Ш-02	1050	509	530	802	824	1	235
958-400/600-Ш	980	382	426	612	630	2,5	330
931-400-ШФ	450	401	426	401	426	1	102
960-350/500-Ш-01	640	345	377	509	538	1	203
960-350/500-Ш-02	640	345	377	509	538	1	201
936-350/450-ШФ	450	345	377	437	465	1	134,5
936-250/350-ШФ	400	239	273	345	377	1	105,5
959-150/400-Ш	1120	142	159	405	426	2,5	198
855-100/250-ОФ	280	105	130	256	280	2,5	45

3.3. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

На АЭС применяются предохранительные клапаны прямого действия и импульсно-предохранительные устройства. Для радиоактивных сред и газов, как правило, используются сильфонные предохранительные клапаны. При необходимости обеспечить большую пропускную способность больше подходят импульсные предохранительные устройства (ИПУ), состоящие из главного клапана с поршневым приводом и импульсного клапана прямого действия. В некоторых случаях применимы устройства разового действия в виде мембранных разрывных устройств (МРУ). Ниже приведены краткие характеристики, габаритные и присоединительные размеры, а также масса некоторых предохранительных клапанов из числа наиболее часто применяемых на специальных линиях АЭС.

3.3.1. Предохранительные клапаны прямого действия

Предохранительные клапаны $D_y=25$ мм на $p_p \leq 0,1$ МПа. Условное обозначение Р 53025 (рис. 3.45). Предназначены для газообразного азота рабочей температурой от -40 до $+20^\circ\text{C}$. В течение двух минут во время срабатывания допускается понижение температуры до -240°C . Клапаны устанавливаются на трубопроводе вертикально колпаком вверх и присоединяются фланцами, размеры которых установлены ГОСТ 12832—67 на $p_y = 0,25$ МПа. Давление полного открытия клапана не более 0,115 МПа, давление обратной посадки не менее 0,08 МПа, рабочая среда подается под мембрану на золотник. Давление срабатывания регулируется поджатием пружины винтом. Для принудительного открытия клапана (продувки) имеется рычаг. Подвижные соединения штока в клапане и соединение корпуса с крышкой герметизируются мембраной из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т. Корпус, шток и седло изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т, а золотник — из бронзы БрАЖМц-10-3-1,5. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении 0,15 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-019—68. Масса клапана 13,2 кг.

Предохранительные сильфонные клапаны $D_y=50$ мм на $p_p=0,26$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение А 55061 (рис. 3.46, табл. 3.32). Предназначены для газообразных сред рабочей температурой до 100°C ; устанавливаются на трубопроводе вертикально колпаком вверх. Рабочая среда подается под золотник. Для принудительного открытия и продувки клапана имеется специальное кулачковое устройство. Клапан настраивается вращением винта, который регулирует усилие пружины на давление полного открытия не более 0,346 МПа и на давление обратной посадки не менее 0,2 МПа. Противодавление за клапаном не должно превышать 3 кПа. При рабочем давлении допускается протечка в затворе клапана не более $6 \text{ н.см}^3/\text{мин}$. Основные детали, соприкасающиеся с рабочей средой, изготавливаются из коррозионно-стойких сталей. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении 0,4 МПа.

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1165—77.

Предохранительные сильфонные клапаны $D_y=20$ мм на $p_p=3$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение А 55060 (рис. 3.47, табл. 3.32). Предназначены для газообразных сред рабочей температурой от -10 до $+40^\circ\text{C}$, устанавливаются на трубопроводе вертикально, колпаком вверх. Подвижное соединение шток — крышка герметизируется сильфоном, чем предотвращается пропуск рабочей среды в окружающую атмосферу через зазоры подвижного соеди-

Таблица 3.32. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса предохранительных клапанов А 55060 и А 55061, кг

Обозначение исполнения	D_y	L	d_1	d_2	d_3	d_4	H	h	Масса
А 55060-01-020	20	60	23	31	28	36	232	60	3,34
А 55060-02-020	20	60	23	31	28	36	232	60	3,29
А 55060-01-050	50	110	54	62	54	62	252	110	8,45

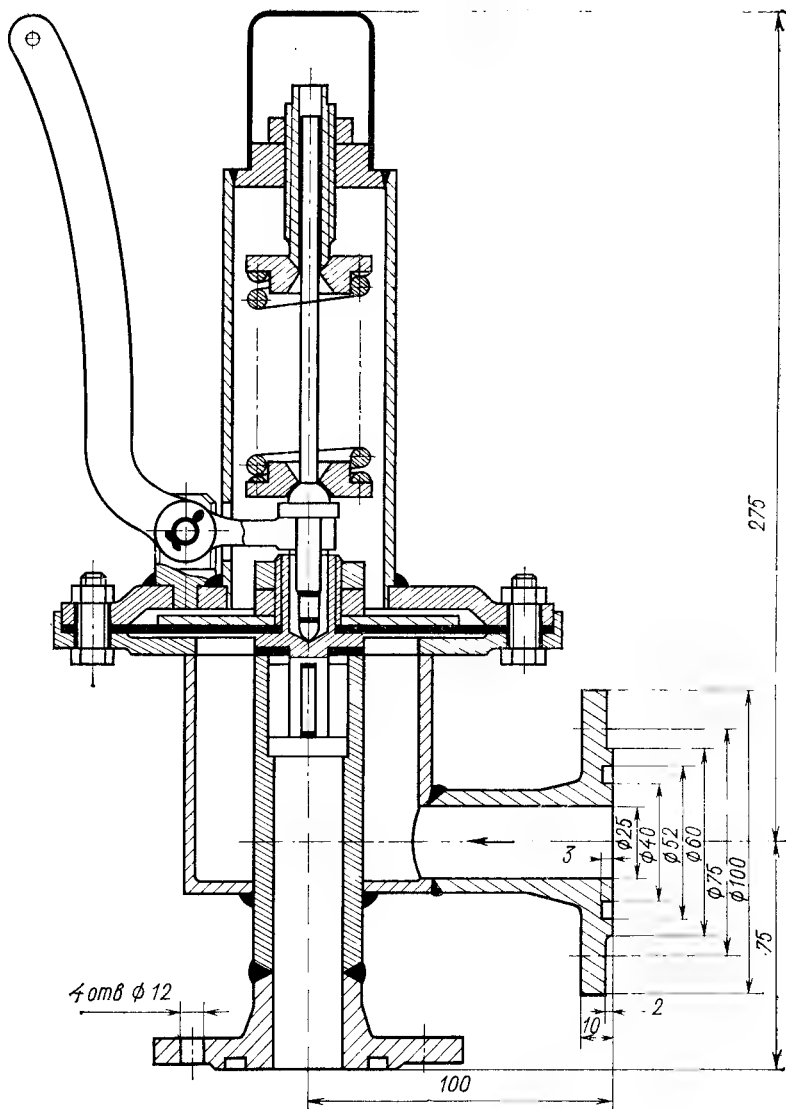


Рис. 3.45. Предохранительный клапан Р 53025 на $p_p \leq 0,1$ МПа.

нения. Рабочая среда подается под золотник. Для принудительного открытия и продувки клапана имеется специальное кулачковое устройство. Клапаны выпускаются с двумя сменными пружинами на рабочее давление 3 МПа (исполнение 1) и 1,17 МПа (исполнение 2). Настройка клапана производится вращением винта, который регулирует усилие пружины на давление полного открытия и обратной посадки:

Исполнение клапана	01	02
Давление, МПа		
полного открытия	3,46	1,39
обратной посадки	2,4	0,935

Противодавление за клапаном не должно превышать 3 кПа. Допускается протечка в запорном органе при испытании воздухом давлением не более 4 н. см³/мин. Основные детали — корпус, крышка, пружина, сильфон — изготавливаются из коррозионно-стойких сталей, золотник и регулировочный винт — из

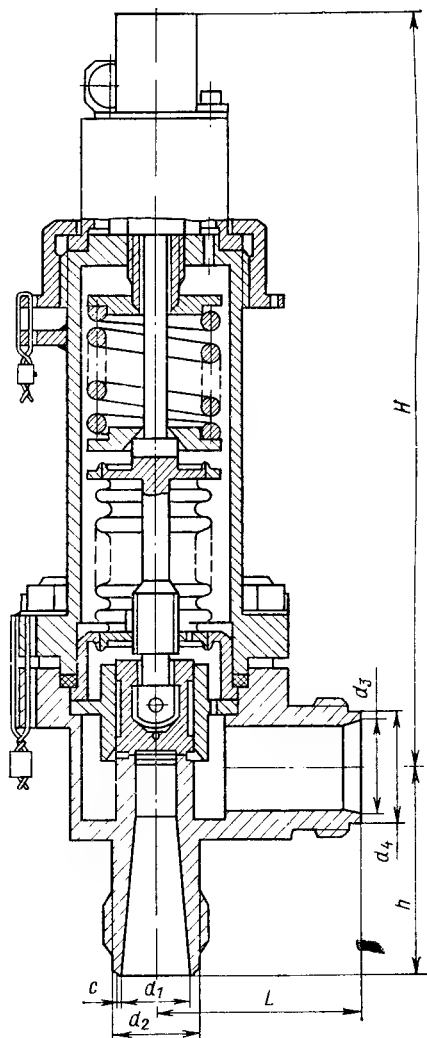


Рис. 3.46. Предохранительный сильфонный клапан А 55061 на $p_p = 0,26$ МПа.

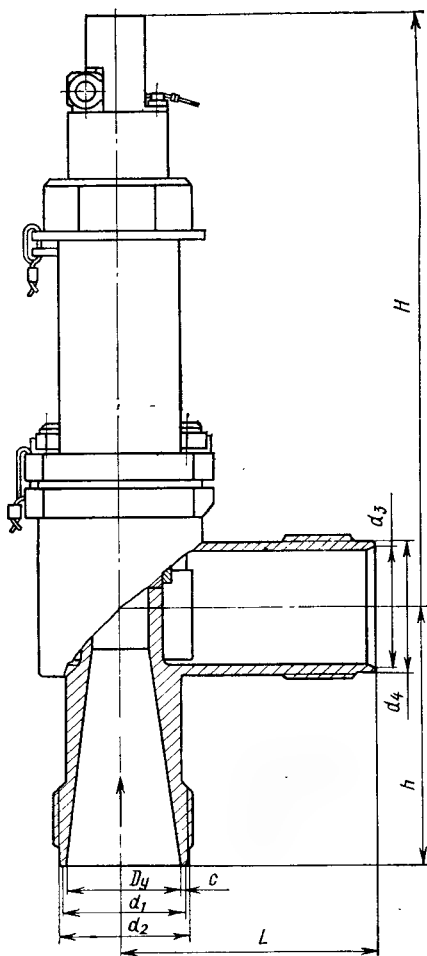


Рис. 3.47. Предохранительный сильфонный клапан А 55060 на $p_p = 3$ МПа.

бронзы БрАЖМц-10-3-1,5. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при $p_{пр} = 4,5$ МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1165—77.

Предохранительные сильфонные клапаны $D_y = 15$ мм на $p_p = 6$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение УФ 53051 (рис. 3.48). Пред-

назначены для дистиллята или азота рабочей температурой до 40°C . Клапаны устанавливаются на трубопроводах вертикально колпаком и электромагнитом вверх. Рабочая среда подается на золотник. При повышении давления выше установленного благодаря разности площадей сильфона и золотника клапан открывается и сбрасывает избыток среды. Уплотнительные поверхности седла

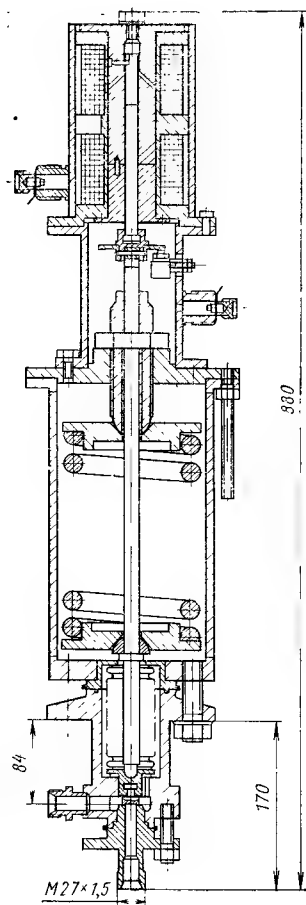


Рис. 3.48. Предохранительный сильфонный клапан УФ 53051 на $p_p = 6$ МПа.

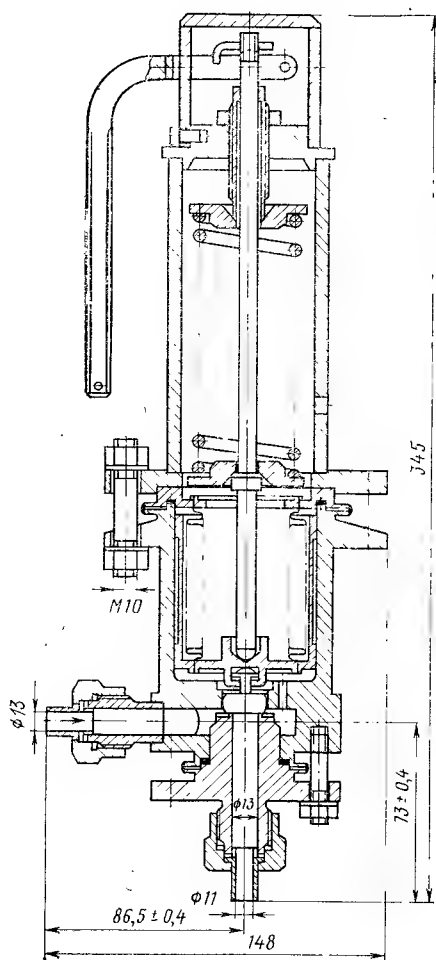


Рис. 3.49. Предохранительный сильфонный клапан УФ 53050 на $p_p = 0,6$ МПа.

и золотника наплавлены твердым сплавом. Клапаны настраиваются регулировочным винтом, при настройке на $p_p = 6,0$ МПа давление полного срабатывания (без электромагнита) не более $6,4$ МПа и давление обратной посадки не менее $5,0$ МПа. Герметичность запорного органа при p_p обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Расход рабочей среды при давлении срабатывания не менее 6 т/ч воды или 6 н.м³/ч азота. Для принудительного открытия на клапане установлен электромагнит напряжением 220 В с относительной продолжительностью включения (ПВ) 100% . В клапане предусмотрен дистанционный указатель положения

золотника. Основные детали клапана выполнены из коррозионно-стойких сталей, пружина — из стали 50ХФА. Гидравлические испытания на прочность и плотность материала корпуса и крышки проводятся пробным давлением 7,5 МПа. На герметичность соединений клапан в сборе испытывается давлением 6,0 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1165—77. Масса клапана равна 59 кг.

Предохранительные сильфонные клапаны $D_y=15$ мм на $p_p=0,6$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение УФ 53050 (рис. 3.49). Предназначены для дистиллята рабочей температурой до 100° С; устанавливаются на трубопроводе вертикально коллаком вверх и соединяются с трубопроводами цапками с ниппелями под приварку. Среда подается на золотник. При повышении давления свыше установленного благодаря разности эффективных площадей сильфона и золотника сильфонная сборка перемещается вверх, золотник клапана поднимается и сбрасывает избыток среды. При снижении давления до давления обратной посадки под действием пружины шток перемещается вниз и клапан закрывается. Регулировка клапана на заданное давление срабатывания осуществляется винтом. В зависимости от места установки клапан может настраиваться на следующие давления:

p_p , МПа	Давление полного открытия p_n о, МПа	Давление обратной посадки p_o п, МПа
0,5	0,55	0,45
0,6	0,66	0,55

Расход рабочей среды при давлении полного открытия не менее 3 т/ч. Герметичность запорного органа при давлении p_p по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Для принудительного открытия в клапане предусмотрен рычаг ручного подрыва. Основные детали клапана выполнены из коррозионно-стойких сталей. Уплотнение седла с корпусом и корпуса с крышкой выполнено на прокладке и дублируется обваркой «на ус».

Гидравлические испытания на прочность проводятся пробным давлением 0,9 МПа; испытания на герметичность соединений клапана в сборе — воздушным давлением 0,6 МПа, при этом сильфон должен быть предохранен от сжатия. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1167—77. Масса клапана 5,9 кг.

Предохранительные сильфонные клапаны $D_y=50$ мм на $p_p=14$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение И 53076 (рис. 3.50). Предназначены для водяного пара рабочей температурой до 350° С, клапаны устанавливаются на трубопроводе вертикально электромагнитами вверх. Рабочая среда подается под золотник. Имеется рычажно-грузовая система для компенсации увеличения усилия пружины и сильфона при их сжатии в процессе открывания клапана. Предусмотрены электромагниты для принудительного открывания и закрывания, связанные со штоком соединительной призмой и системой рычагов и шарниров таким образом, что в отключенном состоянии сердечники электромагнитов не связаны со штоком клапана, т. е. клапан работает в автоматическом режиме. При включении магнита на закрывание выбирается зазор между серьгой и сердечником, при дальнейшем перемещении сердечник поворачивает раму и через систему рычагов и шарниров прижимает тарелку к седлу. Для принудительного открывания включается другой магнит, который, поворачивая раму в другую сторону, поднимает тарелку клапана. На клапанах установлены электромагниты КМП-4 мощностью 650 Вт и напряжением постоянного тока 220 В. Тяговое усилие магнита на закрытие 120 Н, на открытие — 370 Н. Относительная продолжительность включения магнита на открывание равна 25%, на закрывание — 100%. Температура окружающего воздуха не должна превышать 45°С.

Давление полного открытия клапана не более 14,7 МПа, при этом расход через клапан составляет 35 т/ч пара. Коэффициент расхода клапана $\alpha = 0,63$. Допускаемое противодавление за клапаном не более 7,0 МПа. Давление обратной посадки не ниже 12,6 МПа. Протечка в запорном органе при испытаниях давлением 12,5 МПа не должна превышать 1,5 кг/ч пара или 0,02 м³/мин воздуха при заводских испытаниях и 15 кг/ч пара или 0,2 м³/мин воздуха по мере наработки ресурса при автоматическом закрывании. При закрывании от электромагнита

протечка не допускается. Основные детали клапана выполнены из коррозионно-стойких материалов, уплотнительные поверхности затвора наплавлены сплавом повышенной стойкости.

Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся давлением 12,6 МПа, входной патрубок испытывается пробным давлением $p_{пр} = 25$ МПа.

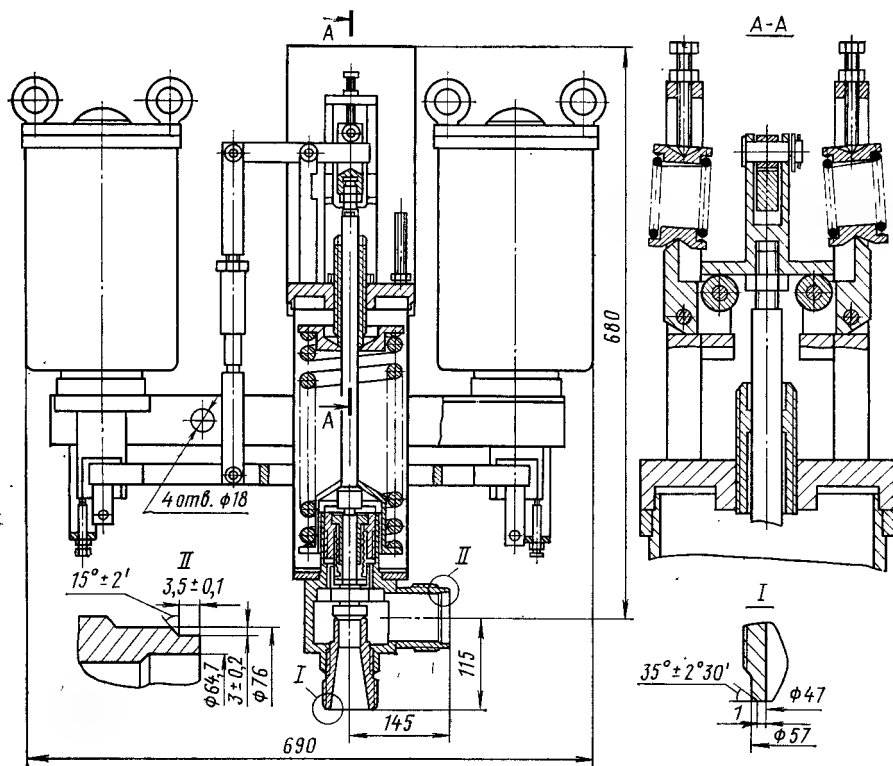


Рис. 3.50. Предохранительный сифонный клапан И 53076 на $p_p = 14$ МПа.

Клапан в сборе на герметичность соединений и сиффона допускается испытывать максимальным давлением 10 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-205-77. Масса клапана с электромагнитами 155 кг.

3.3.2. Импульсно-предохранительные устройства

Главные предохранительные клапаны $D_y = 600$ мм на $p_p = 1,1$ МПа фланцевые. Условное обозначение Р 59015 (рис. 3.51). Предназначены для пара и воды рабочей температурой до 200°C ; устанавливаются на трубопроводе вертикально крышкой вверх; управляются от импульсных клапанов прямого действия И 56004, Р 56004 или А 56006. Рабочая среда подается на золотник.

При увеличении рабочего давления пара в системе до клапана сверху установленного срабатывает импульсный клапан (ИК), пар под давлением из ИК поступает в цилиндр поршневого привода главного клапана (ГК), который открывается и сбрасывает пар из системы. При снижении давления до давления обратной посадки ИК закрывается, давление в поршневой камере падает и ГК закрывается. Основные детали — корпус, крышка, седло — изготавливаются из углеродистой стали, шток, золотник, поршень — из коррозионно-стойких сталей, рубашка

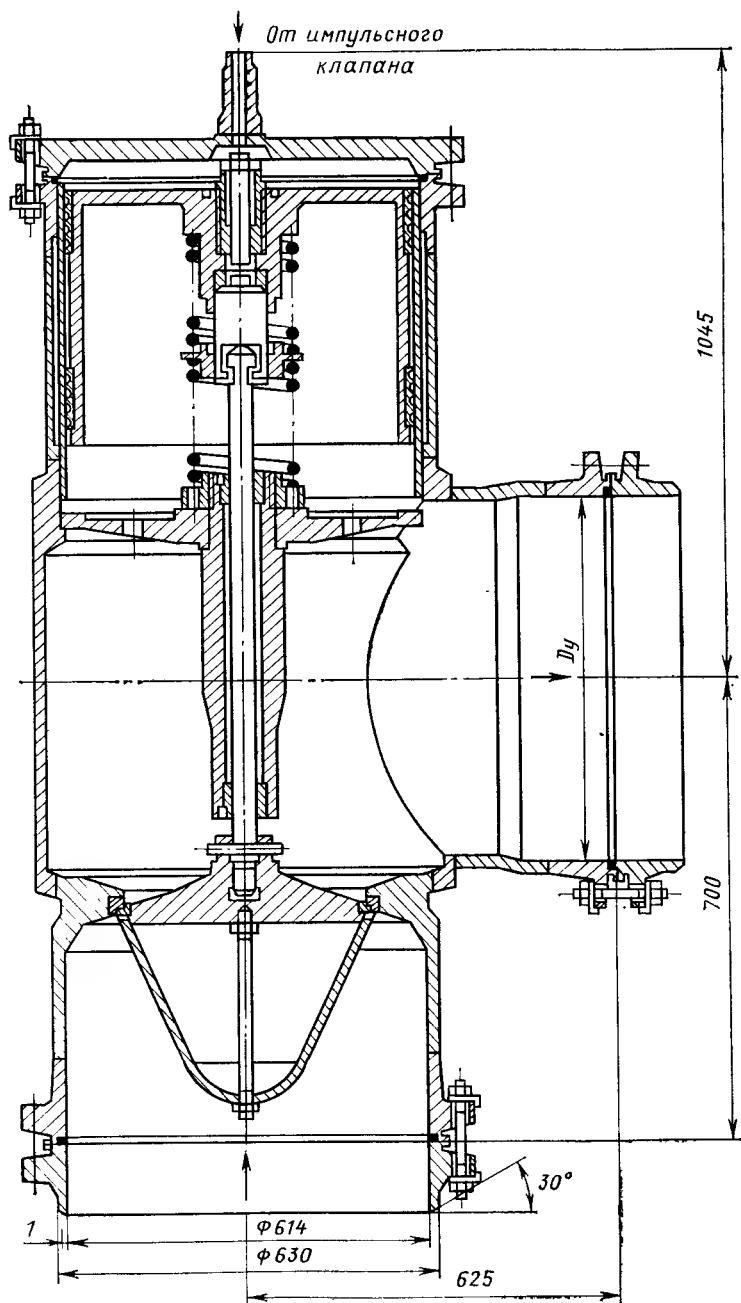


Рис. 3.51. Предохранительный главный клапан Р 59015 на $p_p = 1,1$ МПа.

цилиндра — из бронзы. Ниже приведена пропускная способность клапанов при различных давлениях:

p_p , МПа	$p_{н. о.}$, МПа	Пропускная способность (расход), т/ч
1,2	1,32	600
0,6	0,69	330
0,27	0,31	160

Герметичность запорного органа клапана обеспечивается по 2-му классу ГОСТ 9544—75. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся пробным давлением 1,7 МПа.

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1144—76 в комплекте с ответными фланцами. Масса клапана 1640 кг.

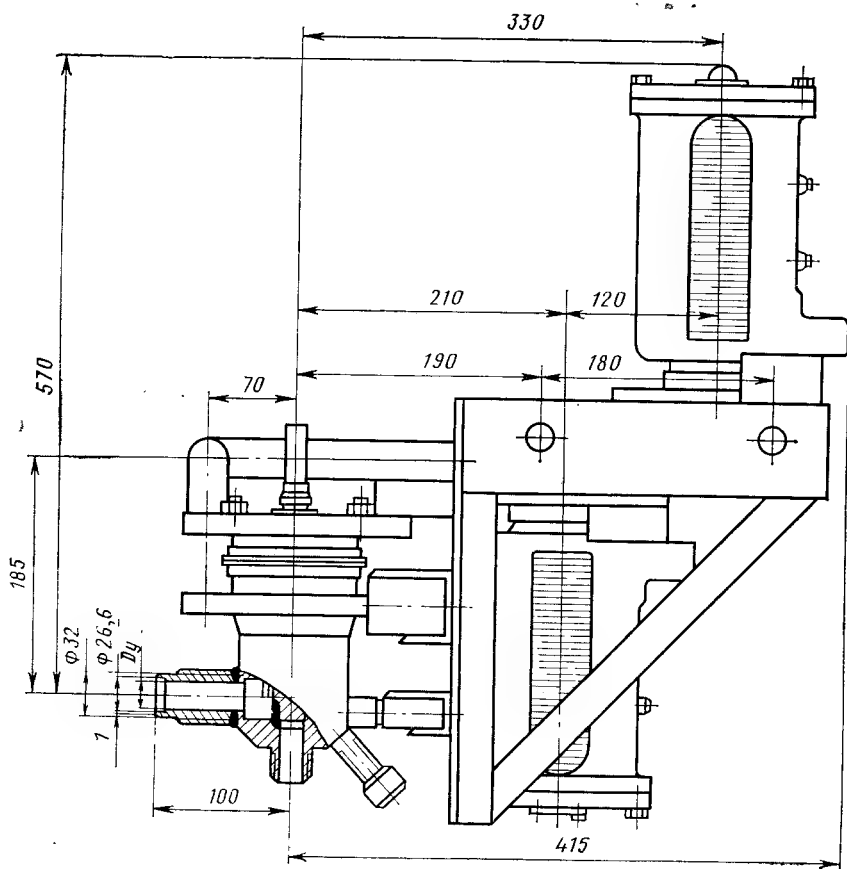


Рис. 3.52. Предохранительный импульсный клапан А 56006 на p_p до 0,27 МПа.

Импульсные предохранительные клапаны $D_y=25$ мм на p_p от 0,015 до 0,27 МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение А 56006 (рис. 3.52). Предназначены для пара рабочей температурой до 160° С, используются для управления главным клапаном Р 59015-600 при применении его на рабочее давление 0,27 МПа; устанавливаются на специальном каркасе строго вертикально электромагнитами вверх. Подвижное соединение штока с крышкой герметизиру-

еётся сильфоном. Рабочая среда подается на золотник. Уплотнительные поверхности корпуса и золотника — конусные, наплавленные сплавом повышенной стойкости. Открывание и закрывание клапана осуществляется с помощью электромагнитов КМП-2А (ТУ16-529.117—75) постоянного тока напряжением 220 В. Параметры электромагнитов приведены ниже:

Назначение	ПВ, %	Мощность, Вт	Тяговое усилие, Н
Электромагнит на открытие	25	300	115
Электромагнит на закрытие	100	75	35

Температура окружающего воздуха в зоне электромагнита не должна превышать 45° С. Коэффициент расхода клапана $\alpha = 0,5$. Основные детали клапана — корпус, крышка, шток, сильфон — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся пробным давлением 0,4 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-205—77. Масса клапана с электромагнитами 72 кг.

Импульсные предохранительные клапаны $D_y = 25$ мм на $p_p = 1,1$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение Р 56004 (рис 3.53). Предназначены для пара и воды температурой до 200° С, используются для управления главными клапанами Р 59015 при их установке на рабочие давления от 0,6 до 1,1 МПа; устанавливаются на специальном каркасе строго вертикально электромагнитами вверх. Подвижное соединение штока с крышкой герметизируется сильфоном, чем предотвращается проникновение рабочей среды в окружающую атмосферу. Рабочая среда подается на золотник. Уплотнительные поверхности корпуса и золотника конусные.

Клапаны могут настраиваться на рабочее давление от 0,6 до 1,1 МПа набором грузов и регулировкой их положения. Давление обратной посадки не ниже 0,7 p_p . Необходимое рабочее давление оговаривается при заказе, независимо от настройки с изделием поставляется полный комплект грузов. Клапан открывается под действием давления рабочей среды (клапаны прямого действия). Для принудительного открывания в соответствии с Правилами [9] клапаны снабжены электромагнитами КМП-4А (ТУ 16-529. 117—75) постоянного тока напряжением 220 В. Параметры электромагнитов приведены ниже:

Назначение	ПВ, %	Мощность, Вт	Тяговое усилие, Н
Электромагнит на открытие	25	650	370
Электромагнит на закрытие	100	170	120

Температура окружающего воздуха в зоне электромагнита не должна превышать 45° С. При закрытии клапанов от магнитов при рабочем давлении протечка в запорном органе не допускается. При автоматическом закрытии клапана допускается протечка при рабочем давлении не более 0,5 л/мин воды. Коэффициент расхода клапана $\alpha = 0,5$. Основные детали — корпус, золотник, сильфон — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали.

Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении 1,7 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-205—77. Масса клапана в комплекте с электромагнитами и грузами 151 кг.

Импульсные предохранительные клапаны $D_y = 40$ мм на $p_p = 1,15$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение И 56004 (рис. 3.54). Предназначены для пара рабочей температурой до 200° С, используются для управления главными клапанами Р 59015.600, устанавливаются на специальном каркасе строго вертикально электромагнитами вверх. Подвижное соединение штока с крышкой герметизируется сильфоном. Рабочая среда подается на золотник. Уплотнительные поверхности корпуса и золотника — конусные.

Клапаны могут настраиваться регулировкой пружины на рабочие давления $p_p = 0,27; 0,6$ и 1,15 МПа, для чего предусмотрены три сменные пружины. Настройка на заданное давление осуществляется поджатием пружины регулировочным винтом. Необходимое рабочее давление оговаривается при заказе. Клапан открывается под действием давления рабочей среды (клапан прямого действия).

ка в запорном органе не должна превышать $1 \cdot 10^{-3}$ л/мин воды, при автоматическом закрывании клапана протечка при рабочем давлении не превышает 0,1 л/мин воды. Обратная посадка золотника при автоматическом срабатывании обеспечивается при давлении не ниже $0,8 p_p$. Коэффициент расхода клапана $\alpha = 0,5$. Основные детали — корпус, крышка, золотник, сильфон — изготовлены из коррозионно-стойкой стали.

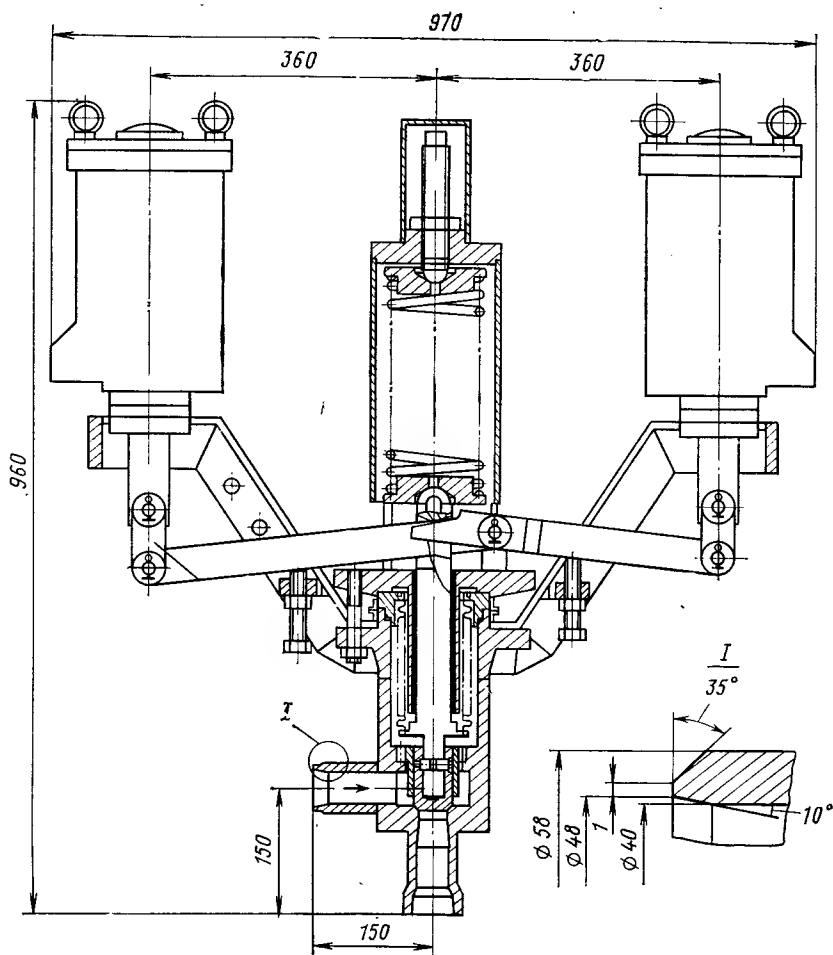


Рис. 3.54. Предохранительный импульсный клапан И 56004 на $p_p = 1,15$ МПа, $D_y = 40$ мм.

Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении 2,0 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-205—77. Масса клапана в комплекте с электромагнитами 215 кг.

Импульсно-предохранительное устройство (ИПУ) $D_y = 40$ мм на $p_p = 0,5$ МПа. Условное обозначение УФ 50019 (рис. 3.55). Предназначено для радиоактивного дистиллята рабочей температурой до 60°C ; устанавливается на трубопровод горизонтально, входным штуцером главного клапана вниз, и соединяется с трубопроводом фланцами; состоит из двух клапанов: главного (ГК) и импульсного (ИК), соединенных между собой кронштейном и трубопроводами.

Полость *Б* импульсного клапана трубопроводом *3* соединена с входом в ГК; полость *В* под седлом импульсного клапана трубопроводом *1* соединена с поршневой полостью *А* главного клапана; штуцер седла *В* импульсного клапана соединен трубопроводом *2* с полостью выходного патрубка главного клапана. Рабочая среда подается на золотник главного клапана и по трубопроводу *3* в сильфонную полость ИК. Давление, действующее на сильфон, уравнивается пружиной ИК. Давление среды распространяется от входа в ГК через трубопровод *3* ИК и трубопровод *1* до поршневой полости ГК, благодаря чему золотник под

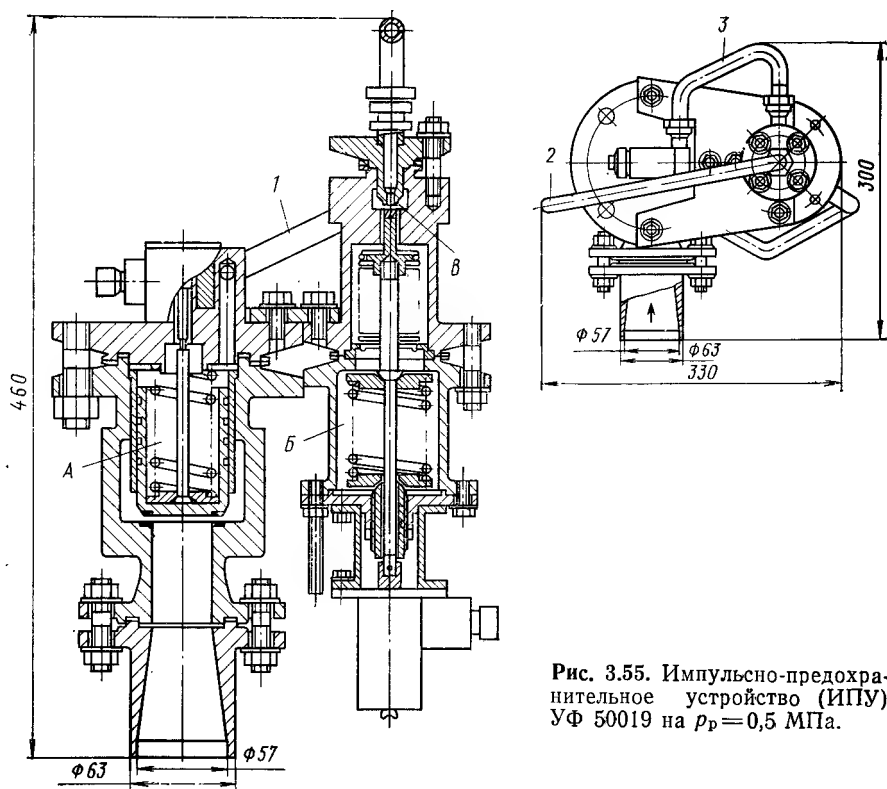


Рис. 3.55. Импульсно-предохранительное устройство (ИПУ) УФ 50019 на $p_p = 0,5$ МПа.

действием давления прижимается к седлу и обеспечивается требуемая степень герметичности ГК в запорном органе. При повышении давления сверх рабочего нарушается равновесие подвижных узлов, открывается запорный орган ИК и через трубопровод *1*, выходной штуцер ИК и трубопровод *2* сбрасывается давление из поршневой полости в выходной патрубок. Возникает перепад давления на золотнике (поршне) ГК, и он открывается. При снижении давления до давления обратной посадки золотник ИК закрывается, в поршневой полости устанавливается давление, равное рабочему, и золотник ГК закрывается.

Главный клапан — поршневой, золотник одновременно является поршнем и уплотняется герметично уплотнительными кольцами по направляющей корпуса. Для сигнализации перемещения золотника главного клапана на штоке закреплен якорь, а на фланце крышки установлены герметичные контакты и магнит. Корпус с крышкой уплотняются металлической прокладкой и обвариваются «на ус».

Импульсный клапан — сильфонный. Он настраивается регулировкой сжатия пружины винтом. Соединение корпуса с крышкой уплотняется прокладкой

и обваривается «на ус». Для принудительного открытия импульсного клапана предусмотрен электромагнит, якорь которого соединен со штоком. Напряжение питания электромагнита равно 220 В, наибольший потребляемый ток 16,5 А, относительная продолжительность включения равна 25%, наибольший допустимый ток в цепи сигнализатора 0,2 А, коммутируемая мощность в цепи 6 Вт.

Импульсный клапан настраивается на рабочее давление 0,5 МПа, давление полного открытия 0,55 МПа, давление обратной посадки не ниже 0,45 МПа. Допускаемое противодействие за клапаном не более 0,1 МПа. Расход среды при давлении полного открытия 60 т/ч. Допускаемая протечка воды при рабочем давлении 0,04 см³/мин. ИПУ может нормально эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха до 60° С. Допускается кратковременная работа в режиме

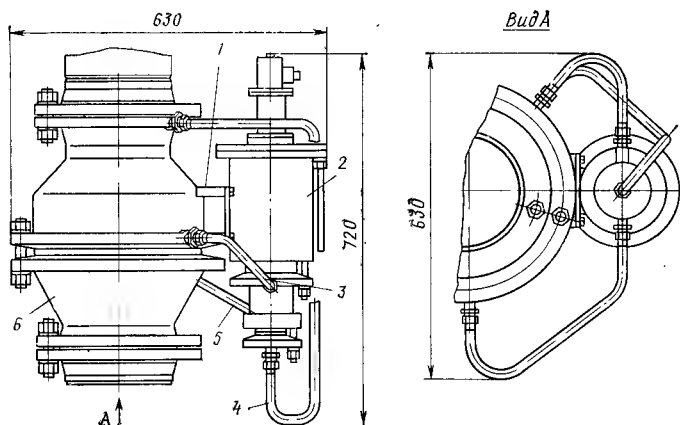


Рис. 3.56. Импульсно-предохранительное устройство (ИПУ) УФ 50018 на $p_p = 0,45$ МПа:

1 — соединительный кронштейн; 2 — импульсный клапан; 3—5 — трубопроводы; 6 — главный клапан.

«малой течи» (70° С; 0,12 МПа парогазовой смеси) и «максимальной аварии» (127° С; 0,25 МПа парогазовой смеси). Основные детали ИПУ изготавливаются из коррозионно-стойких сталей.

Гидравлические испытания клапанов на прочность производятся пробным давлением 0,75 МПа, на герметичность соединений и плотность металла — воздухом давлением p_p .

ИПУ изготавливается и поставляется по ТУ 26-07-1165—77 в комплекте с ответными фланцами. Масса ИПУ 40 кг.

Импульсно-предохранительное устройство $D_y = 200$ мм на $p_p = 0,45$ МПа. Условное обозначение УФ 50018 (рис. 3.56). Предназначено для радиоактивного дистиллята или пароводяной смеси рабочей температурой до 158° С, устанавливается на трубопроводе горизонтально, импульсным клапаном вверх, и присоединяется к трубопроводу фланцами; состоит из двух клапанов: главного (ГК) и импульсного (ИК), соединенных между собой кронштейном и трубопроводами.

Поршневая полость главного клапана связана трубопроводом 3 с полостью импульсного клапана, входная полость главного клапана связана трубопроводом 5 с полостью импульсного клапана 2, штуцер седла импульсного клапана трубопроводом 4 связан со сбросным патрубком главного клапана. Рабочая среда подается на золотник главного клапана и через трубопровод 5, сифонную полость ИК и трубопровод 3 поступает в поршневую полость ГК. Поршень ГК уравновешен, так как с двух сторон его устанавливается рабочее давление. Последнее прижимает золотник ГК к седлу и обеспечивает требуемую степень герметичности. Пружина ИК настраивается таким образом, чтобы при рабочем давлении уравновесить усилие, создаваемое разностью площадей золотника и

сильфона. При повышении давления сверх рабочего нарушается равновесие подвижной системы ИК, открывается его золотник, по трубопроводам 3 и 4 сбрасывается давление из поршневой полости ГК и благодаря разности площадей поршня и золотника открывается главный клапан.

Главный клапан выполнен в виде прямооточного клапана с подачей среды на золотник. Две половины корпуса уплотняются металлической прокладкой и обвариваются «на ус». Для контроля перемещения золотника ГК на нем закреплен магнит, а на корпусе закреплены герметичные контакты. Импульсный клапан сильфонного типа настраивается регулировкой сжатия пружины винтом. Для принудительного открытия ИК на нем установлен электромагнит, якорь которого соединен со штоком. Напряжение питания электромагнита равно 220 В, наибольший потребляемый ток 16,5 А, относительная продолжительность включения равна 25%, наибольший допустимый ток в цепи сигнализатора 0,2 А, коммутируемая мощность 6 Вт, при открытом клапане контакты замкнуты, при закрытом разомкнуты. ИК настраивается на $p_p = 0,55$ МПа, давление полного открытия 0,6 МПа, давление обратной посадки не менее 0,45 МПа, допускаемое противодавление за клапаном до 0,1 МПа. Расход среды при давлении полного открытия 80 т/ч, допускаемая протечка воды при p_p равна 0,45 см³/мин.

ИПУ может нормально эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха до 60° С. Допускается кратковременная работа в режиме малой течи (70° С и 0,12 МПа парогазовой смеси) и максимальной аварии (127° С; 0,25 МПа парогазовой смеси). Основные детали ИПУ изготавливаются из коррозионно-стойких сталей. Гидравлические испытания ИПУ проводятся водой при пробном давлении 0,675 МПа, испытания на плотность материала и герметичность соединений — воздухом давлением p_p .

ИПУ изготавливается и поставляется по ТУ 26-07-1165—77 в комплекте с ответными фланцами. Масса ИПУ 510 кг.

Главные предохранительные клапаны ЧЗЭМ $D_y = 250/300$ мм на $p_p = 8$ МПа. Условное обозначение 969-250/300-0 (рис. 3.57). Предназначаются для сброса пара из установки в емкость низкого давления. Предусмотрено три исполнения клапанов по рабочим параметрам (табл. 3.33). Клапаны устанавливаются на трубопроводы в строго вертикальном положении и соединяются с трубопроводом сваркой. На корпусе предусмотрены опорные лапы для крепления клапана к специальным опорам. Управление осуществляется от импульсных клапанов прямого действия $D_y = 20$ мм.

Таблица 3.33. Характеристики главных предохранительных клапанов 969-250/300-0

Обозначение	p_p , МПа	t_p , °С	Давление испытаний, МПа		Пропускная способность, т/ч	Максимальное (избыточное) давление, МПа	Масса, кг
			на проч-ность	на герме-тичность			
969-250/300-0-01	8,0	297	15,0	10,0	800	8,4	1462
969-250/300-0-02	6,8	282	15,0	10,0	700	8,0	1435
969-250/300-0-03	4,0	285	15,0	5,0	400	4,4	1456

При увеличении давления выше установленного срабатывает ИК, пар поступает в поршневую камеру ГК, за счет разности площадей поршня и тарелки открывается главный клапан и сбрасывает избыток пара из системы. При снижении давления до давления обратной посадки ИК закрывается, прекращает доступ пара в поршневую камеру и ГК закрывается. Пар из поршневой полости выходит через дроссель, установленный на импульсной линии. Подача пара производится на золотник через два входных патрубка, сброс через один патрубок большего диаметра.

Уплотнительные поверхности корпуса и тарелки наплавлены сплавом повышенной стойкости. Поршень в поршневой камере и соединение корпуса с крышкой уплотняются прессованными сальниковыми кольцами из шнура сквозного плетения марки АГ-1. Соединение корпуса с крышкой бесфланцевое, само-

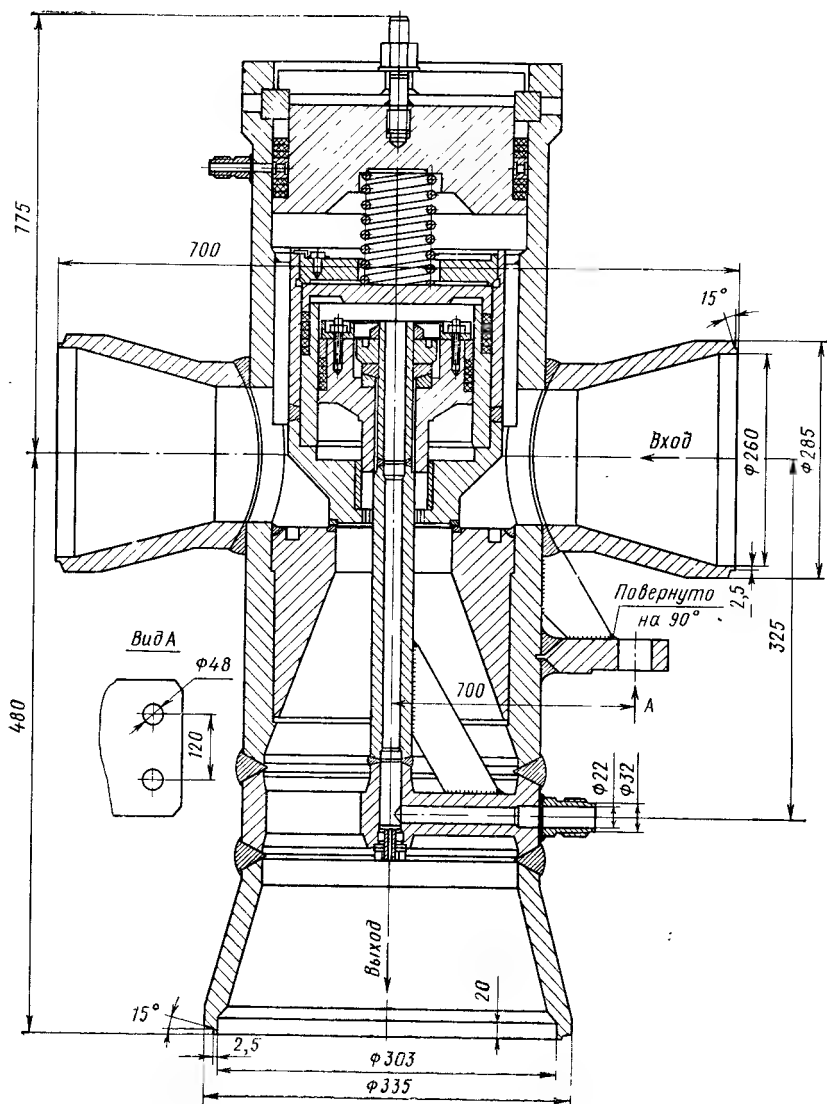


Рис. 3.57. Клапаны предохранительные главные 969-250/300-0 на $p_p=8$ МПа.

уплотняющееся. Основные корпусные детали клапана выполняются из углеродистой стали.

Герметичность клапана при рабочем давлении обеспечивается по 2-му классу ГОСТ 9544—75.

Клапаны исполнений 01 и 03 изготавливаются и поставляются по ТУ 24-3-05-002—72, исполнения 02 — по ТУ 24-3-05-22—74.

Импульсные предохранительные клапаны ЧЗ9М $D_y = 20$ мм на $p_p = 8$ МПа, условное обозначение 901-20-ЭМ (рис. 3.58). Предназначены для пара рабочей

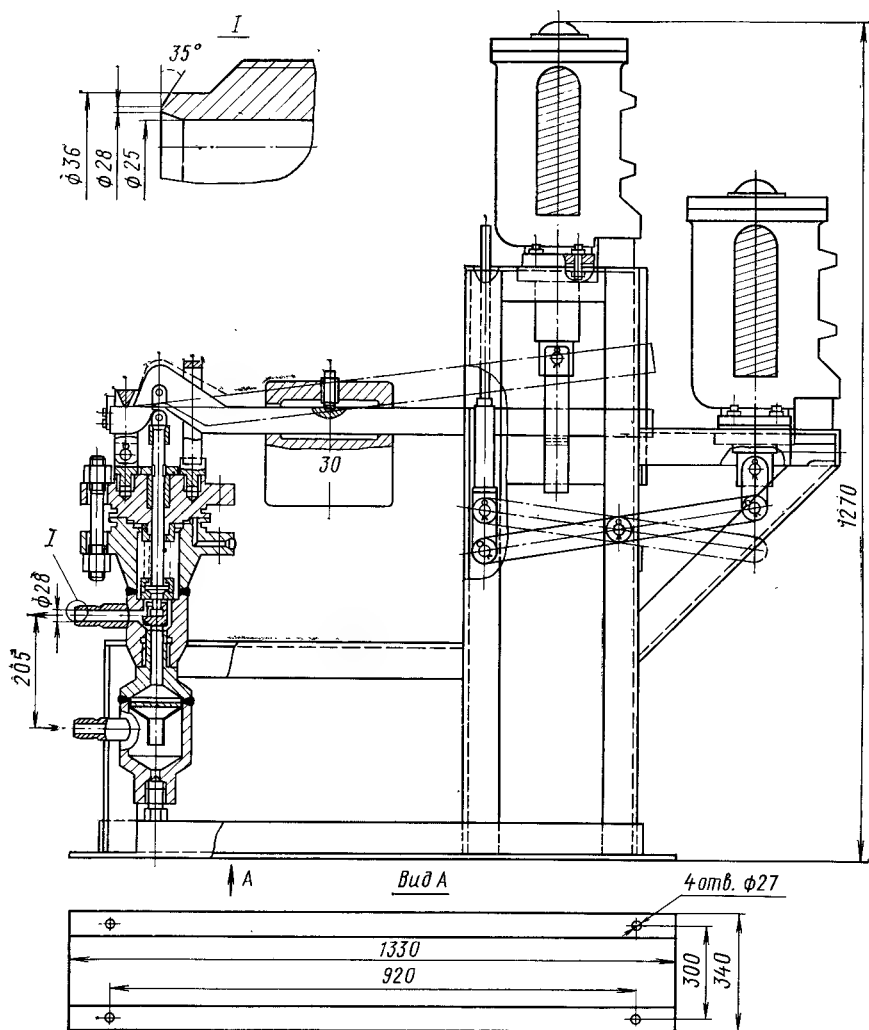


Рис. 3.58. Предохранительный импульсный клапан 901-20-ЭМ на $p_p = 8$ МПа.

температурой 300°C , используются для управления главными предохранительными клапанами $D_y = 250/300$ мм, устанавливаются на специальных каркасах строго вертикально электромагнитами вверх и присоединяются к трубопроводам сваркой. Клапан выполнен полноподъемным (прямого действия), рычажно-грузовым с электромагнитным приводом и фильтром. Подвижное соединение што-

ка с крышкой герметизировано сильфоном. Рабочая среда подается через фильтр под золотник. Уплотнительные поверхности золотника и корпуса конусные, наплавлены сплавом повышенной стойкости. Соединение корпуса с крышкой уплотняется прокладкой и обваривается дублирующим плотным швом. Клапаны настраиваются на рабочее давление перемещением груза на рычаге и открываются автоматически при повышении рабочего давления. Для принудительного открывания и закрывания клапана предусмотрены электромагниты КМП-4 (ТУ 16-529-117—75) постоянного тока напряжением 220 В и мощностью 450 Вт. Электромагнит на открытие имеет ПВ, равную 40%, в цепи электромагнита на закрывание устанавливается сопротивление 100 Ом, что позволяет осуществить работу магнита с ПВ, равной 100%. Давление срабатывания клапана 8,4 МПа. Герметичность запорного органа обеспечивается по 2-му классу ГОСТ 9544—75. Гидравлические испытания на прочность корпуса, крышки и фильтра проводятся пробным давлением 15 МПа, клапана в сборе — давлением не более 10 МПа, предохраняя при этом сильфон от сжатия и растяжения. Соединения на герметичность испытываются давлением 8,4 МПа. Клапан изготавливается и поставляется по ТУ 24-3-05-022—74.

Главные предохранительные клапаны ЧЗЭМ $D_y = 250/300$ мм на $p_p = 6$ МПа, условное обозначение Э-2875-0 (рис. 3.59). Предназначаются для сброса пара рабочей температуры до 275 °С из установки в емкость низкого давления; устанавливаются на трубопроводах в строго вертикальном положении и присоединяются сваркой. Главный клапан управляется импульсным клапаном прямого действия $D_y = 20$ мм.

При повышении давления в защищаемом сосуде выше установленного срабатывает ИК, пар поступает в поршневую полость ГК. За счет разности площадей поршня и тарелки открывается ГК и сбрасывает избыток пара из системы. При снижении давления до давления обратной посадки ИК закрывается, прекращает доступ пара в поршневую камеру и ГК закрывается. Пар подается на золотник ГК.

Плоские уплотнительные поверхности наплавлены сплавом повышенной стойкости. Поршень в поршневой камере уплотнен прессованными сальниковыми кольцами из шнура сквозного плетения марки АС с графитовой прослойкой. Соединение корпуса с крышкой — фланцевое на паронитовой прокладке. Основные корпусные детали клапана выполняются из углеродистой стали, поршень — из легированной стали 12Х1МФ. Герметичность клапана при рабочем давлении обеспечивается по 2-му классу ГОСТ 9544-75. Пропускная способность клапана 250 т пара в час. Гидравлические испытания клапана на прочность проводятся пробным давлением 15 МПа, на герметичность соединений — давлением 8 МПа.

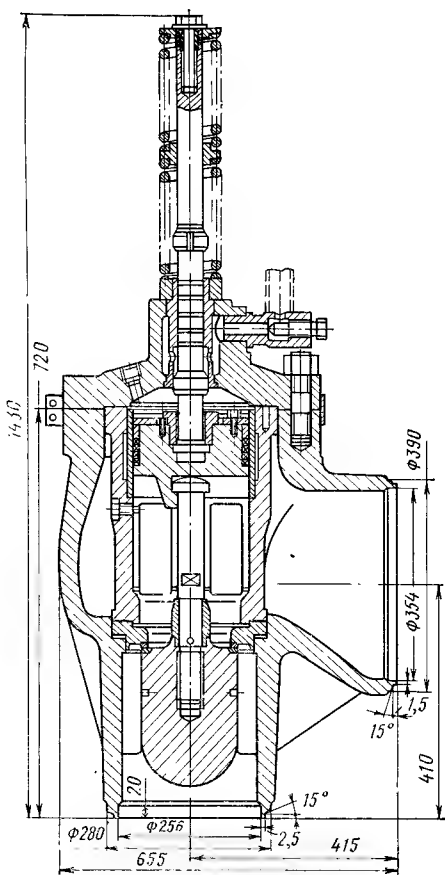


Рис. 3.59. Предохранительный главный клапан Э-2875-0 на $p_p = 6$ МПа.

Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 108-681—77. Масса клапана 565 кг.

Импульсные предохранительные клапаны ЧЗЭМ $D_y=20$ мм с электромагнитным приводом. Условное обозначение 586-20-СБФ (рис. 3.60). Предназначаются для управления главными предохранительными клапанами; предусмотрено два исполнения по рабочим параметрам:

Исполнение	p_p , МПа	t_p , °C	Давление испытания на герметичность, МПа	Давление испытания на срабатывание, МПа
586-20-СБФ-01	6	270	8,0	6,0
586-20-СБФ-02	8	300	10,0	8,0

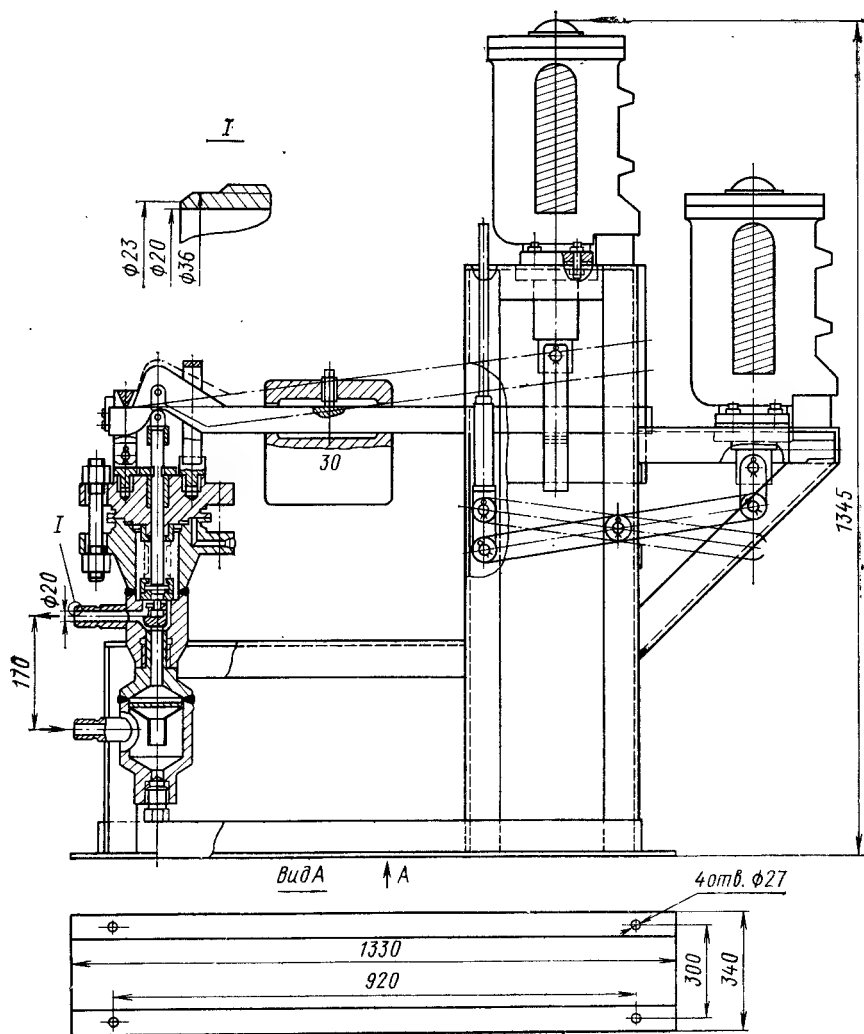


Рис. 3.60. Предохранительный импульсный клапан 586-20-СБФ на $p_p=6$ МПа и $p_p=8$ МПа.

Клапан устанавливается на специальных каркасах строго вертикально электромагнитами вверх и присоединяется к трубопроводу сваркой. Клапан полноподъемный, прямого действия, рычажно-грузовой с электромагнитным приводом и фильтром. Рабочая среда подается через фильтр под золотник. Конусные уплотнительные поверхности золотника и корпуса наплавлены сплавом повышенной стойкости. Соединение корпуса с крышкой фланцевое на паронитовой прокладке. Клапан настраивается на требуемое рабочее давление установкой груза на рычаге и открывается при превышении давления выше установленного. Для принудительного открывания и закрывания клапана предусмотрены электромагниты КМП-4А (ТУ 16-529-117—75) постоянного тока с напряжением 220 В и мощностью 450 Вт. Электромагнит на открытие имеет ПВ, равную 40%, в цепи электромагнита на закрытие устанавливается сопротивление 100 Ом, что позволяет осуществить работу магнита с ПВ, равной 100%. Герметичность затвора клапанов обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали клапанов изготавливаются из углеродистой стали. Гидравлические испытания на прочность корпуса, крышки и фильтра проводятся пробным давлением 12 МПа. Клапан изготавливается и поставляется по ТУ 108-681—77. Масса клапана в комплекте с электромагнитами 206 кг.

3.4. ЗАЩИТНАЯ АРМАТУРА

К защитной арматуре относятся обратные и защитные (отсечные) клапаны. Наиболее часто применяются поворотные обратные клапаны. Защитные клапаны предназначены для быстрого перекрытия потока среды (клапаны закрываются) при поступлении соответствующей команды. Обратные клапаны закрываются автоматически в случае изменения направления потока среды. Затвор защитного (отсечного) клапана может перемещаться с помощью поршневого мембранного или электрического привода либо от заранее взведенной пружины. Пружинные защитные клапаны всегда работают по схеме НЗ — нормально закрыт. Некоторые конструкции защитной арматуры из числа наиболее часто применяемых на специальных линиях АЭС приведены ниже.

3.4.1. Обратные клапаны

Поворотные обратные клапаны имеют внутри корпуса диск в виде захлопки, установленный на осях, укрепленных на выступах корпуса и смещенных относительно середины корпуса. Клапан открывается в результате действия потока среды на тарелку. После прекращения подачи среды или при перемене направления движения потока захлопка опускается на седло под действием силы тяжести и силы давления потока и перекрывает проход. Рабочая среда всегда подается под захлопку.

Обратные клапаны устанавливают на вертикальном трубопроводе входным патрубком вниз или на горизонтальном так, чтобы ось вращения захлопки была выше оси трубопровода и лежала в горизонтальной плоскости.

Поворотные обратные клапаны с патрубками под приварку на $p_y = 6,4$ МПа. Условное обозначение Л 44077 (рис. 3.61, табл. 3.34). Предназначены для прекращения обратного потока циркуляционной воды, конденсата, пара или инертного газа рабочей температурой до 350° С. Основные детали — корпус и захлопка — в зависимости от варианта исполнения изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т или из углеродистой стали 20. Гидравлическое испытание клапанов на прочность проводится при пробном давлении 9,6 МПа. При рабочей температуре среды до 350°С допускается рабочее давление до 4 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1162—77.

Поворотные обратные клапаны на $p_y = 16$ МПа с патрубками под приварку, условное обозначение Л 44082 (рис. 3.62, табл. 3.34). Предназначены для прекращения обратного потока циркуляционной воды, конденсата, пара или инертного газа рабочей температурой до 350° С. Основные детали — корпус и захлопка — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т или из углеродистой стали 20. Гидравлическое испытание клапанов на прочность проводится при пробном давлении 24 МПа. При рабочей температуре среды 350° С допуска-

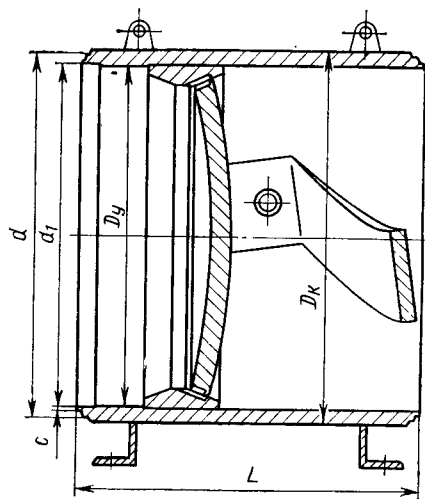


Рис. 3.61. Обратный поворотный клапан Л 44077 на $p_y=6,4$ МПа.

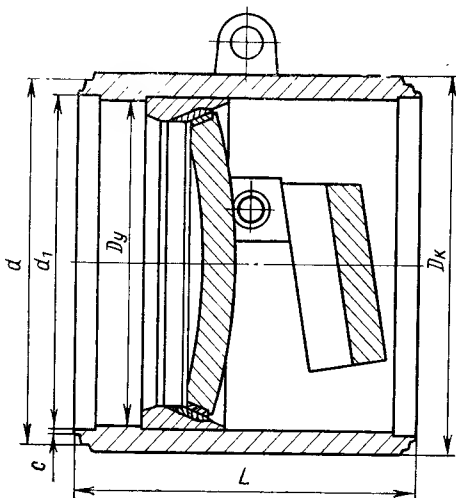


Рис. 3.62. Обратный поворотный клапан Л 44082 на $p_y=16$ МПа.

ется рабочее давление до 10 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1162—77.

Поворотные обратные клапаны $D_y=800$ мм на $p_y=10$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение ПТ 44049 (рис. 3.63, табл. 3.34). Предназначены для прекращения обратного потока циркуляционной воды рабочей температурой до 290°C . Допускаемый перепад давления на захлопке 2,5 МПа. При отсутствии перепада давления клапан приоткрыт на $5-10^\circ$ и обеспечивает естественную циркуляцию воды при перепаде давления 5 кПа. Основные детали — корпус и крышка — изготавливаются из углеродистой стали 20, диск — из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T, ось — из стали 14X17H2. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении 18,5 МПа. При рабочей температуре среды до 290°C допускается рабочее давление до 10 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1144—76.

Таблица 3.34. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса поворотных обратных клапанов, кг

Обозначение	D_y	L	d	d_1	c	D_K	Масса
Л44077	100	200	105	99	3	~130	6,5
Л44077	200	250	290	214	3	~240	44
Л44077	300	350	325	311	3	~405	60
Л44077	400	400	426	411	3	~506	126
Л44077	600	600	630	610	1	~775	379
Л44082	50	150	57	52	1	~ 70	1,6
Л44082	65	150	75	62	2	~ 90	2,25
Л44082	300	350	325	302	3	~380	30
ПТ44049	800	835	828	786	2	~860	1210
Л44076	100	150	118	112	3	~135	7,2
Л44076	200	250	236	230	3	~273	42

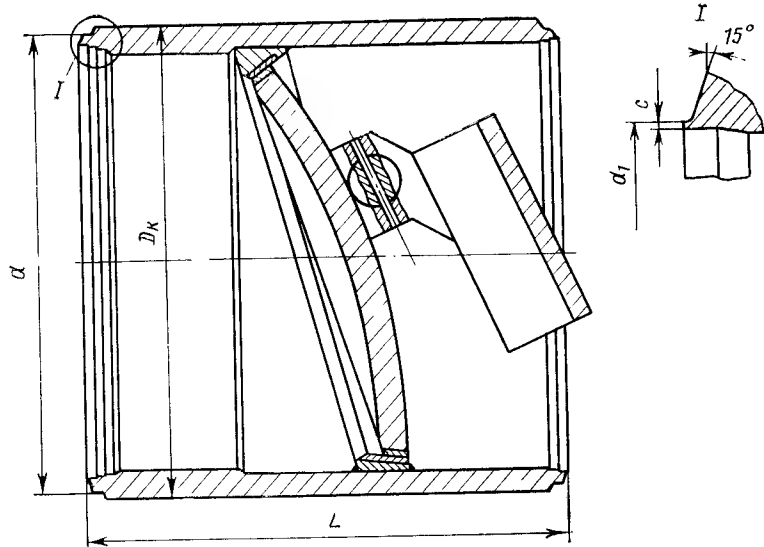


Рис. 3.63. Обратный поворотный клапан ПТ 44049 на $p_p = 10$ МПа.

Подъемные обратные клапаны $D_y = 25$ мм на $p_y = 25$ МПа из коррозионно-стойкой стали с патрубками под приварку. Условное обозначение Л 43020 (рис. 3.64). Предназначены для циркуляционной воды, конденсата, пара или инертного газа рабочей температурой до 350°C ; устанавливаются на трубопроводе крышкой вверх. Среда подается под золотник. Уплотнительные поверхности корпуса и золотника наплавлены сплавом повышенной стойкости. Основные детали — корпус и золотник — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении 35 МПа. При рабочей температуре 350°C допускается рабочее давление до 20 МПа. Масса клапана 2,35 кг. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1162—77.

Поворотные обратные клапаны на $p_y = 25$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение Л 44076 (см. табл. 3.34). Предназначены для прекращения обратного потока циркуляционной воды, конденсата, пара или инертного газа рабочей температурой до 350°C . Уплотнительные поверхности корпуса и захлопки наплавлены сплавом повышенной стойкости. Основные детали — корпус, крышка, диск — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T.

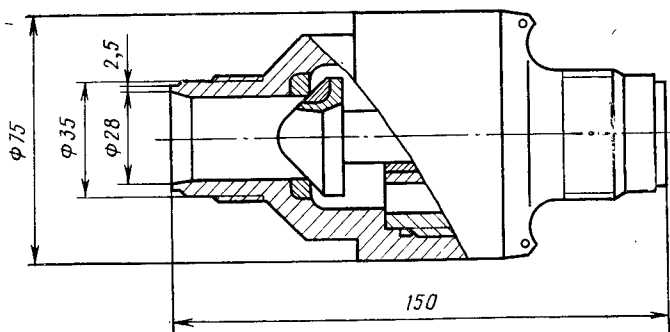


Рис. 3.64. Обратный подъемный клапан Л 43020 на $p_y = 25$ МПа.

Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся при пробном давлении $p_{\text{пр}} = 35$ МПа. При рабочей температуре среды 350°C допускается рабочее давление до 20 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-1162—77.

Таблица 3.35. Габаритные и присоединительные размеры, мм и масса поворотных клапанов ЧЗЭМ, кг

Обозначение	L	L_1	D	D_1	D_2	D_s	B	H	Масса
903-100-0	400	—	115	97	—	—	300	400	100
903-200-0	600	—	225	198	—	—	500	520	400
904-500-0	530	600	550	480	—	—	800	—	575
904-600-0	550	680	645	582	—	—	940	—	820
935-250-0	840	—	285	244	—	—	500	815	1097
905-400-0	1200	—	430	385	715	400	900	700	1220

Горизонтальные обратные клапаны ЧЗЭМ на $p_p = 10$ МПа. Условные обозначения 903-100 и 903-200 (рис. 3.65, а, табл. 3.35). Предназначены для прекращения обратного потока воды и пара температурой до 290°C ; устанавливаются на горизонтальных участках трубопроводов положением крышки вверх с направлением потока среды под захлопку и присоединяются к трубопроводу сваркой. Плоские уплотнительные поверхности седла захлопки наплавлены сталью аусте-

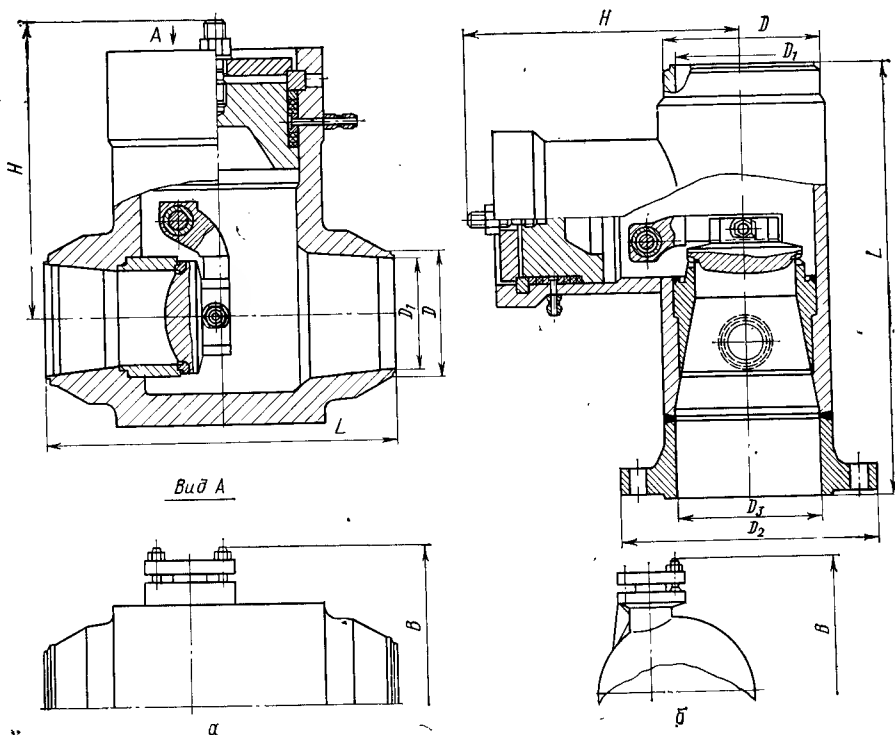


Рис. 3.65. Обратные горизонтальные клапаны 903-100 и 903-200 на $p_p = 10$ МПа (а), 935-250 и 905-400 на $p_p = 12$ МПа (б).

нитного класса повышенной стойкости. Плотное прилегание уплотнительных поверхностей седла и захлопки обеспечивается шарнирным соединением захлопки с рычагом. Соединение корпуса с крышкой — бесфланцевое, самоуплотняющееся с сальниковой набивкой, с промежуточным отводом протечек в спецканализацию, для чего к корпусу клапана приварен штуцер. Основные детали клапана — корпус, крышка, захлопка — изготавливаются из углеродистой стали. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся пробным давлением 19 МПа. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 24-3-05-022—74.

Обратные клапаны ЧЗЭМ на $p_p = 12$ МПа. Условные обозначения 935-250, 905-400 (рис. 3.65, б, табл. 3.35). Предназначены для прекращения обратного потока воды рабочей температурой до 250°C для клапана $D_y = 250$ мм и температурой до 165°C для клапана $D_y = 400$ мм. Клапаны устанавливаются на вертикальных участках трубопроводов с направлением подачи среды под захлопку. Клапан $D_y = 250$ мм к трубопроводу присоединяется сваркой, клапан $D_y = 400$ мм присоединяется к входному трубопроводу фланцем, а к выходному трубопроводу сваркой. В корпусе клапана вварено седло. Уплотнительные поверхности седла и захлопки выполнены плоскими и наплавлены сталью аустенитного класса повышенной стойкости. Плотное прилегание уплотнительных поверхностей седла и захлопки обеспечивается шарнирным соединением захлопки с рычагом. Соединение корпуса с крышкой — бесфланцевое, самоуплотняющееся с сальниковой набивкой и с промежуточным отводом протечек в спецканализацию, для чего к корпусу клапана приварен штуцер. Основные детали клапана — корпус, крышка, захлопка — выполнены из углеродистой стали. Гидравлическое испытание на прочность клапана $D_y = 250$ мм проводится пробным давлением 20,5 МПа и клапана $D_y = 400$ мм — давлением $p_{пр} = 15$ МПа. Клапаны $D_y = 250$ мм изготавливаются и поставляются по ТУ 108-681—77, а $D_y = 400$ мм — по ТУ 24-3-05-22—74.

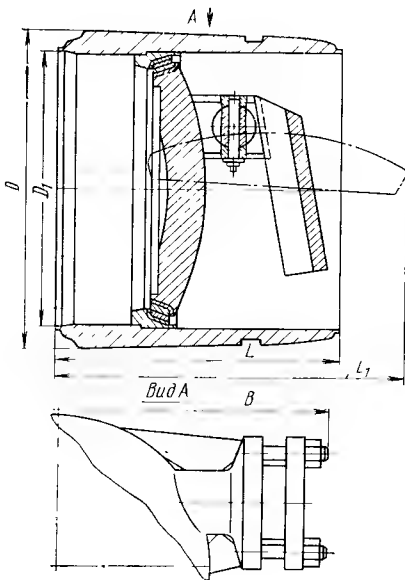


Рис. 3.66. Обратные поворотные клапаны 904-500 и 904-600 на $p_p = 10$ МПа.

Поворотные обратные клапаны ЧЗЭМ на $p_p = 10$ МПа. Условные обозначения 904-500, 904-600 (рис. 3.66, табл. 3.35). Предназначены для предотвращения обратного потока пара и воды температурой до 300°C , устанавливаются на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов с направлением потока среды под захлопку и присоединяются к трубопроводу сваркой. Корпус клапана выполнен в виде трубы, в которую вварено уплотнительное седло и приварены фланцевые втулки для размещения в них осей захлопки. Соединение фланцевых втулок с заглушками выполнено на прокладке и дублируется обваркой «на ус». Уплотнительные поверхности седла и захлопки наплавлены сталью аустенитного класса повышенной стойкости. Основные детали клапана — корпус, седло, захлопка — выполнены из углеродистой стали. Гидравлические испытания клапанов на прочность проводятся пробным давлением $p_{пр}$, а на герметичность давлением $p_{пл}$, указанными ниже:

D_y , мм	$p_{пр}$, МПа	$p_{пл}$, МПа
500	23,0	18,0
600	16,0	12,5

Герметичность клапанов устанавливается по 3-му классу ГОСТ 9544—75. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 108-681—77.

3.4.2. Быстродействующие (отсечные) клапаны

Отключающие клапаны $D_y=15$ мм на $p_y=25$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение И 96495 (рис. 3.67). Предназначены для воды температурой до 350°C ; используются для автоматического отключения импульсных линий при их обрыве или образовании течи, срабатывают автоматически при превышении установленного расхода среды 200—500 л/ч, устанавливаются на трубопроводе в любом рабочем положении. Рабочая среда подается под золотник. Основные детали — корпус и золотник — изготавливаются из коррозионно-стойкой стали 08X18H10T. Гидравлическое испытание на прочность проводится при пробном давлении 35 МПа. При рабочей температуре среды 350°C допускается рабочее давление до 22 МПа. Масса отключающего клапана 0,7 кг. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-241—77.

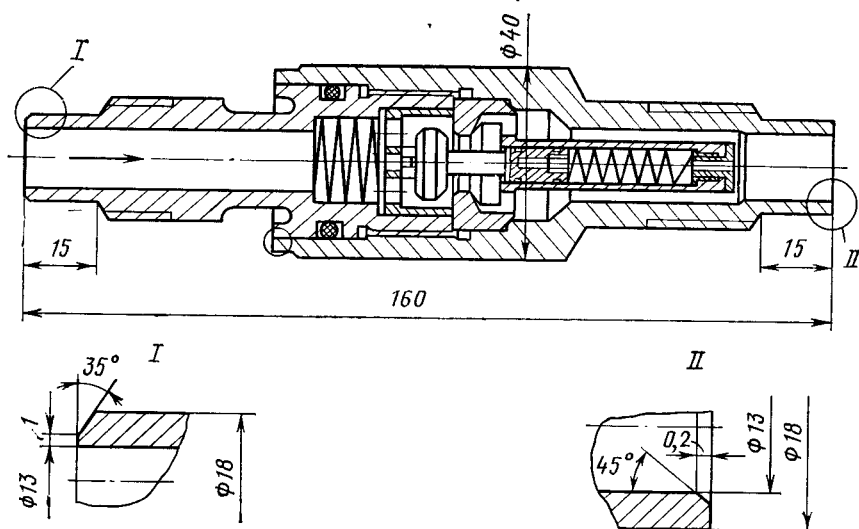


Рис. 3.67. Отключающий клапан И 96495 на $p_y=25$ МПа.

Сильфонные быстродействующие клапаны из коррозионно-стойкой стали на $p_p=20$ МПа с патрубками под приварку, обозначение С 96451, С 96454 (рис. 3.68 и 3.69, табл. 3.36 и 3.37). Предназначены для воды, пароводяной смеси, воздуха и азота рабочей температурой до 325°C . Температура окружающей среды до 60°C . Допускается установка клапанов в герметичной зоне АЭС. Клапаны устанавливают на трубопроводе в любом положении. Клапаны С 96451 — нормально закрытого действия (отсечные), т. е. при отсутствии давления воздуха в пневмоприводе клапан закрыт; клапаны С 9654 — нормально открытого действия. Рабочая среда в клапанах $D_y = 10, 15, 25, 32$ и 50 мм подается под или на золотник, в клапанах $D_y = 65, 100$ и 150 мм — на золотник. Открывать или закрывать клапаны допускается при следующих перепадах давления на золотнике:

D_y , мм	65	100	150
Δp , МПа	15	5	2,5

Герметичность клапанов обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Клапаны управляются пневмоприводом, в который воздух подается через электромагнитный распределитель; имеются ручной дублер для управления в аварийных условиях и сигнализатор крайних положений затвора. Давление управляющей среды, подаваемой в пневмопривод, равно 4,5 МПа.

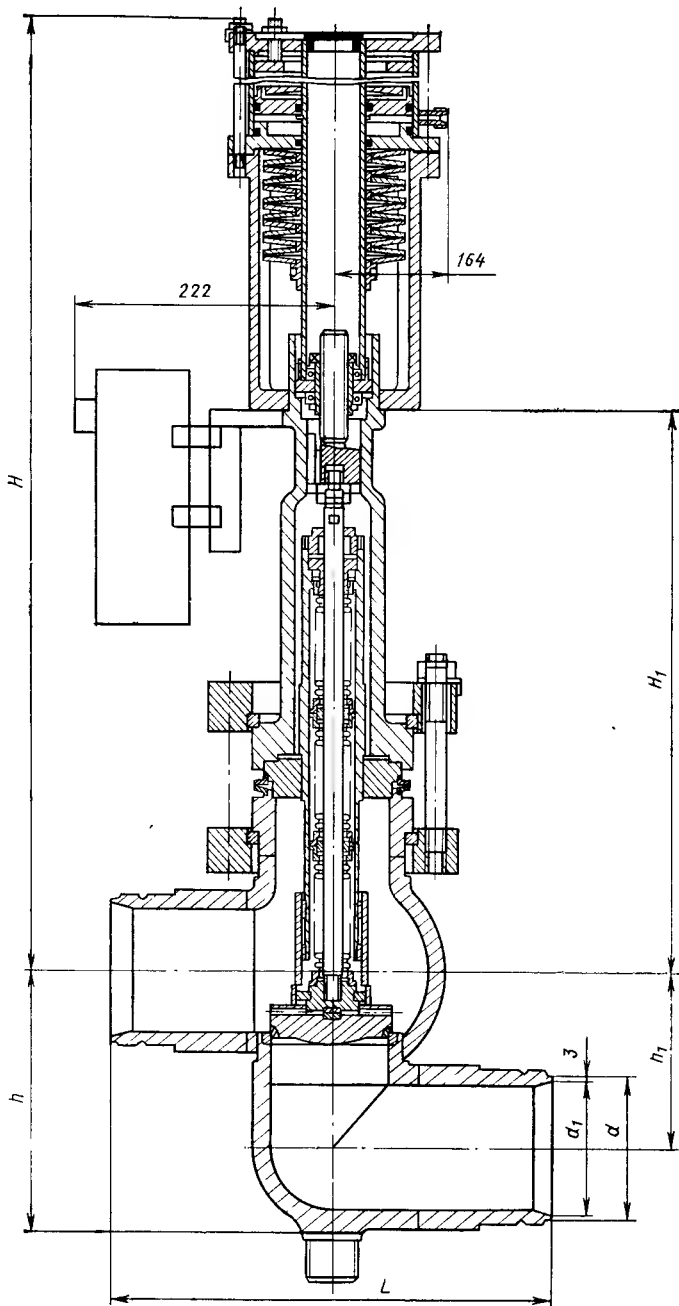


Рис. 3.68. Быстродействующий (отсечной) сифонный клапан С 96451 на $p_p = 20$ МПа.

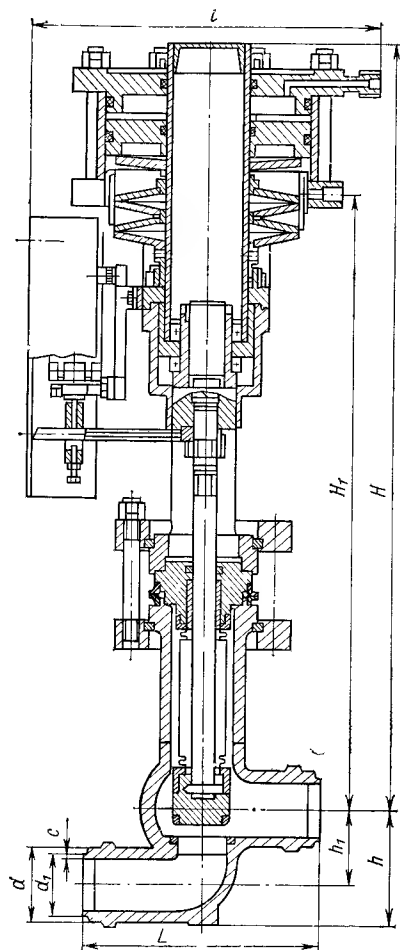


Рис. 3.69. Быстродействующий
сильфонный клапан С 96454 на
 $p_p = 20$ МПа.

Материал основных деталей — корпуса, плунжера, сильфона — коррозионно-стойкая сталь 08Х18Н10Т, штока — сталь 14Х17Н2. Клапаны относятся к арматуре класса 2А по условиям эксплуатации. Корпусные детали клапанов испытываются пробным гидравлическим давлением 33 МПа. Клапан в сборе пробным давлением испытывать не допускается. При рабочей температуре среды до 325°C допускается рабочее давление до 20 МПа. При монтаже и ремонте установки допускается многократная опрессовка давлением 25 МПа продолжительностью 10 мин каждая и опрессовка давлением 28 МПа — не более 20 раз в течение всего периода работы арматуры продолжительностью 10 мин каждая. Клапаны изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-146—75.

Прямоточные отсечные клапаны из коррозионно-стойкой стали на $p_y = 1$ МПа с патрубками под приварку. Условное обозначение А 96374 (рис. 3.70, табл. 3.38). Предназначены для воздуха и воды ($D_y = 50$ мм) и пульпы ($D_y = 80$ и 150 мм) рабочей температурой до 50°C ; устанавливаются на горизонтальном трубопроводе пневмоприводом вверх. Рабочая среда подается под золотник, уплотнительные поверхности корпуса и золотника наплавлены сплавом повышенной стойкости. Подвижное соединение штока и крышки герметизируется сальником с отводом протечек. Клапаны имеют съемные седла, что позволяет ремонтировать уплотнительные поверхности. Управление осуществляется пневмоприводом. Давление управляющего воздуха 4,5 МПа температурой до 40°C . Клапаны имеют коэффициент гидравлического сопротивления $\xi = 2$. Изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-119—74 и относятся к арматуре класса 2Б по условиям эксплуатации. Герметичность запорного органа обеспечивается по 1-му классу ГОСТ 9544—75. Основные детали изго-

Таблица 3.36. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса сильфонных клапанов С 96451 с пневмоприводом нормально закрытого действия, кг

D_y	L	d	d_1	H	H_1	h	h_1	Масса
50	230	70	53	785	440	110	80	82
65	340	85	69	775	430	183	110	102
100	430	135	118	885	545	260	160	145
150	550	160	139	885	545	320	210	165

Таблица 3.37. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса сильфонных клапанов С 96454 с пневмоприводом нормально открытого действия, кг

D_y	L	d	d_1	c	H	H_1	h	h_1	l	Масса
10	100	20	12,5	1	410	—	65	15	275	22
15	120	25	15,5	1	410	—	65	20	275	22
25	160	36	28	1	410	—	85	35	275	22
32	180	46	34	1	485	370	100	45	345	33
50	230	72	53	3	715	440	105	80	386	80
65	340	85	69	3	715	440	165	110	386	100
100	430	146	118	3	890	545	230	160	386	140
150	500	160	139	3	882	545	300	210	386	160

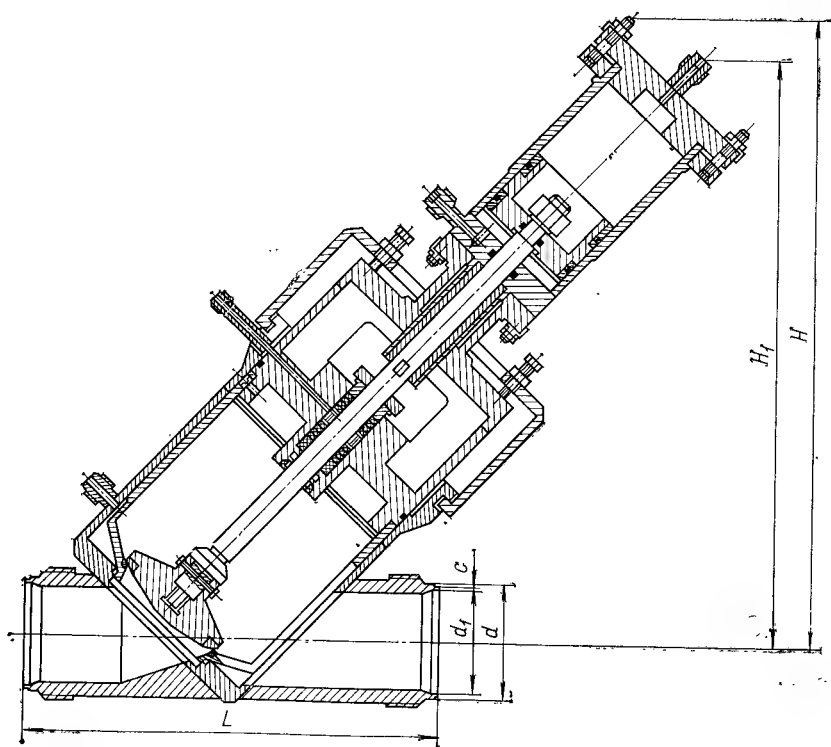


Рис. 3.70. Прямоточный отсечной клапан А 96374 на $p_y = 1$ МПа.

Таблица 3.38. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса клапанов А 96374, кг

D_y , мм	L	d	d_1	c	H	H_1	Масса
50	290	60	54	1	515	475	60
80	350	92	81	2,5	600	570	85
150	600	159	145	2,5	850	750	264

товляются из следующих материалов: корпус, золотник и сальник — из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т; крышка — из стали 12Х18Н9Т; шток — из сплава ХН35ВТ-ВД. Гидравлическое испытание клапанов на прочность проводится при давлении $p_{пр} = 1,5$ МПа. При рабочей температуре до 50° С допускается рабочее давление до 1,0 МПа.

3.5. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

Распределительная арматура предназначена для распределения потока рабочей среды по определенным направлениям. На АЭС она используется в основном для управления пневматическими и гидравлическими приводами арматуры. Распределители в системах с дистанционным или автоматическим управлением арматурой имеют электромагнитный привод с одним или двумя электромагнитами. Это позволяет с пульта управлять арматурой и обеспечивать ее блокировку с другими объектами. Ниже приведены некоторые распределители для сжатого воздуха, используемые на АЭС при управлении арматурой с пневмоприводами.

Трехходовые распределители $D_y = 6$ мм на $p_p = 2,5 \div 5,5$ МПа пневматические, с электромагнитным приводом. Условное обозначение Б 055.013 (рис. 3.71). Предназначены для воздуха рабочей температурой до 65° С при относительной влажности до 95 %, допускается температура окружающего воздуха до 65° С; применяются для дистанционного управления пневмоприводами одностороннего действия; устанавливаются вертикально электромагнитным приводом вверх или горизонтально. Управляются электромагнитным приводом в водозащищенном исполнении с электромагнитами под напряжением 24 и 220 В (табл. 3.39); имеется ручной дублер для управления в аварийных условиях. Присоединяются к трубопроводу с помощью штуцеров по ГОСТ 5890—68. Уплотне-

Таблица 3.39. Характеристики электромагнитов распределителей

Условное обозначение распределителя	Характеристика электромагнита			
	ПВ, %	Род тока	Напряжение, В	Мощность, Вт
Б 055.013-01 Б 055.013-02	100	Постоянный или выпрямленный по схеме двухполупериодного выпрямления	24 или 220	15
Б 055.009-01.015 Б 055.009-02.015 Б 055.009-03.015	100	То же	27 175—320 24	15 30 15
Б 055.018-01 Б 055.018-02	100	Постоянный	24, 27 или 220	15

ние в золотнике из резины. Распределитель герметичен в запорном органе и по отношению к внешней среде. Воздух под рабочим давлением подается в штуцер 1.

При включенной катушке электромагнита ЭМ1 и обесточенной катушке электромагнита ЭМ2 воздух подается в пневмопривод через штуцер 1. При обесточенной катушке электромагнита ЭМ1 и включенной катушке электромагнита ЭМ2 происходит сброс давления из пневмопривода в атмосферу. В случае аварийного прекращения подачи воздуха или электроэнергии золотник электромагнита ЭМ2 как обратный клапан перекрывает выход воздуха из пневмопривода. Ос-

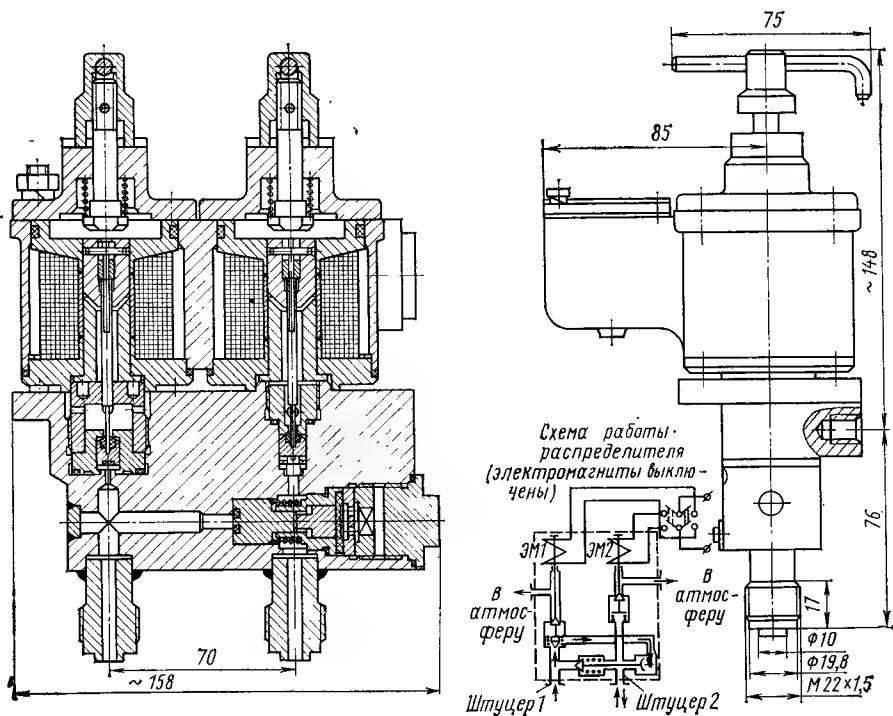


Рис. 3.71. Трехходовой распределитель Б 055.013 на $p_p = 2,5 \div 5,5$ МПа, пневматический с электромагнитным приводом.

новные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус и штуцер — из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т; седло — из бронзы БрАЖН 10-4-4; золотник и поршень — из бронзы БрОФ 6,5-0,15; мембрана и прокладки из резины. Гидравлическое испытание распределителей на прочность проводится при пробном давлении 8,3 МПа. Масса распределителя 9,2 кг. Распределители изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-198—78.

Трехходовые распределители $D_y = 15$ мм на $p_p = 2,5 \div 5,5$ МПа пневматические, с электромагнитным приводом. Условное обозначение Б 055.009 (рис. 3.72, табл. 3.39). Предназначены для воздуха рабочей температурой до 65°C при относительной влажности до 95%, допускается температура окружающего воздуха до 65°C ; применяются для дистанционного управления пневмоприводами одностороннего действия; устанавливаются в рабочем положении вертикально электромагнитным приводом вверх или горизонтально. Распределители управляются электромагнитным приводом в водозащищенном исполнении с электромагнитом постоянного тока под напряжением 24, 27 и $175-320$ В (табл. 3.39), имеется ручной дублер для управления в аварийных условиях. Присоединяются к трубопроводу с помощью штуцеров по ГОСТ 5890—68. Уплотнение в золот-

нике из резины. Распределители герметичны в запорном органе и по отношению к внешней среде.

Воздух под рабочим давлением подается в штуцер 1. При включенной катушке электромагнита воздух подается в цилиндр пневмопривода через штуцер 2. При обесточенной катушке воздух не подается. Основные детали изготов-

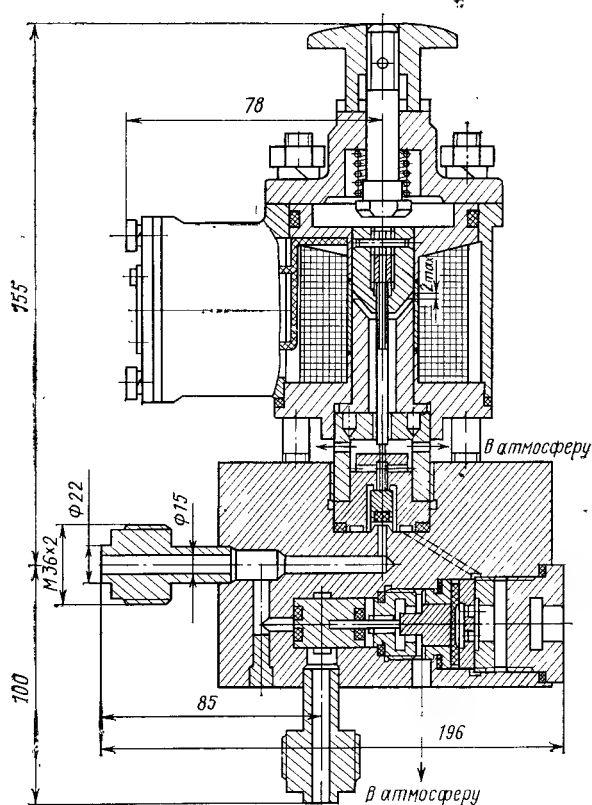


Схема работы распределителя

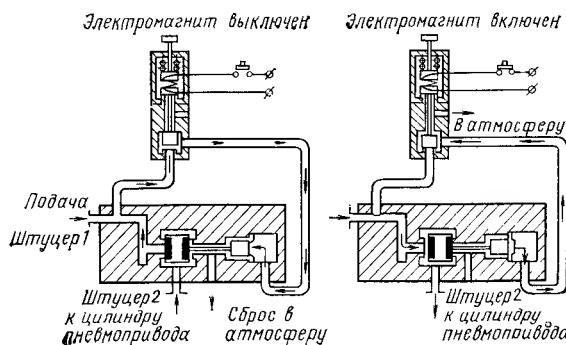


Рис. 3.72. Трехходовой распределитель Б 055.009 на $p_p = 2,5 \div 5,5$ МПа, пневматический с электромагнитным приводом.

ляются из следующих материалов: корпус и штуцер — из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т, седло — бронза БрАЖН 10-4-4, золотник и поршень — бронза БрОФ 6,5-0,15, мембрана и прокладки — из резины. Гидравлическое испытание распределителей на прочность проводится при пробном давлении 8,3 МПа. Распределители изготавливаются и поставляются по ТУ 26-07-198—78.

Четырехходовые распределители $D_y=6$ мм на $p_p=2,5 \div 5,5$ МПа, пневматические, с электромагнитным приводом. Условное обозначение Б 055.018 (рис. 3.73). Предназначены для воздуха рабочей температурой до 65°C относительной влажностью до 95%, допускается температура окружающего воздуха до

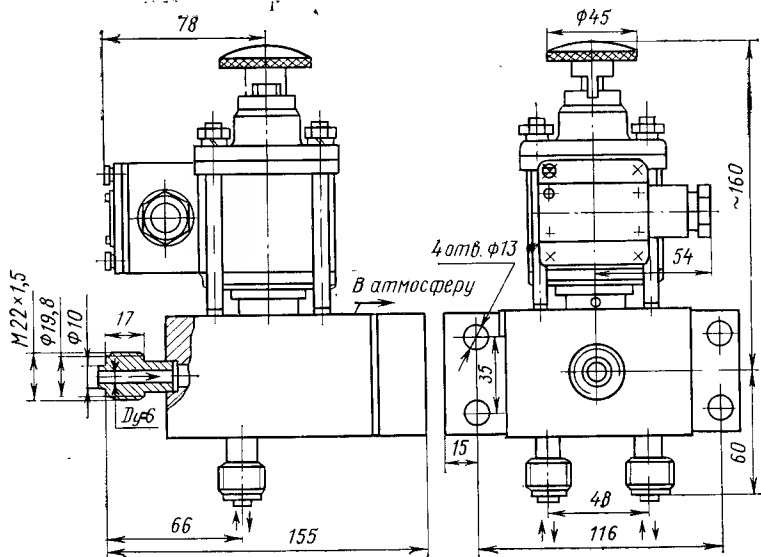


Схема работы распределителя

Электромагнит выключен

Электромагнит включен

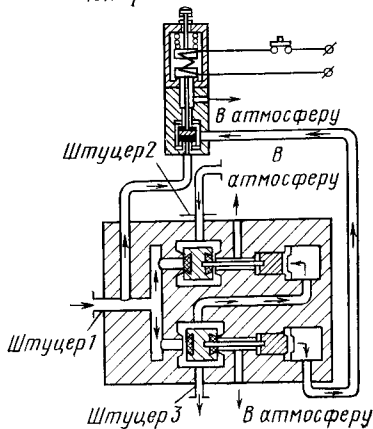
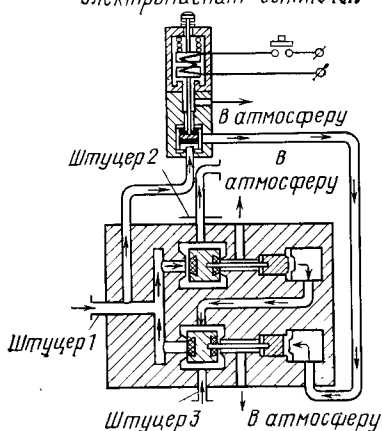


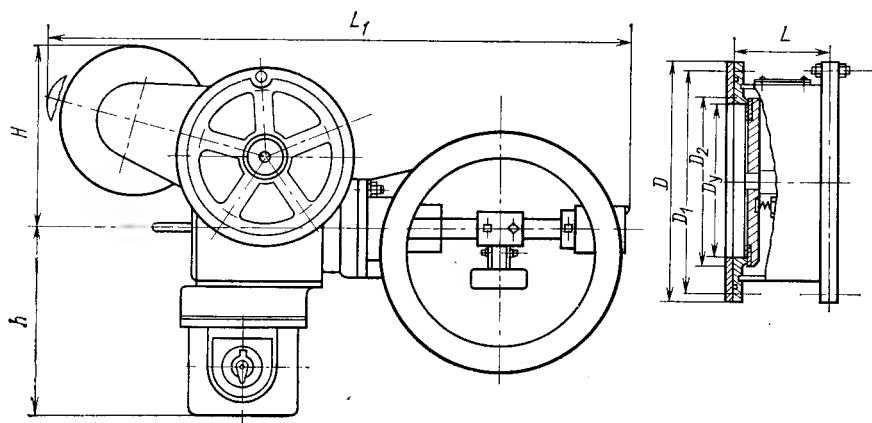
Рис. 3.73. Четырехходовой распределитель Б 055.018 на $p_p=2,5 \div 5,5$ МПа, пневматический с электромагнитным приводом.

65° С; применяются для дистанционного управления пневмоприводами двухстороннего действия; устанавливаются вертикально электромагнитным приводом вверх или горизонтально; управляются электромагнитным приводом в водозащищенном исполнении с электромагнитом постоянного тока под напряжение 24, 27 или 220 В (табл. 3.39), имеется ручной дублер для управления в аварийных условиях, присоединяются к трубопроводу с помощью штуцеров по ГОСТ 5890—68. Уплотнение в золотнике из резины. Распределители герметичны в запорном органе и по отношению к внешней среде.

Воздух под рабочим давлением подается в штуцер 1. При отключенной катушке электромагнита воздух поступает через штуцер 2 в одну из сторон цилиндра пневмопривода двухстороннего действия, а из другой стороны цилиндра происходит сброс давления в атмосферу. При включенной катушке электромагнита воздух поступает через штуцер 3 во вторую сторону цилиндра пневмопривода, а из первой происходит сброс давления в атмосферу. Основные детали изготавливаются из следующих материалов: корпус и штуцер — из коррозионно-стойкой стали 08Х18Н10Т, седло и малое седло — из бронзы БрАЖН 10-4-4, втулка — сталь 14Х17Н2, золотник и поршень — бронза БрОФ 6,5-0,15, мембрана и прокладка — из резины. Гидравлическое испытание распределителей на прочность проводится при пробном давлении 8,3 МПа. Масса распределителя 8 кг.

3.6. АРМАТУРА ДЛЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

Запорные клапаны герметические вентиляционные, с электроприводом, фланцевые. Основные обозначения ИА 01017 и ИА 01018 (рис. 3.74, табл. 3.40). Применяются в качестве запорного устройства на трубопроводах воздуходушных систем с радиоактивным воздухом температурой до 60° С устанавливают



Рс. 3.74. Запорные герметические клапаны ИА 01017 и ИА 11018, вентиляционные, с электроприводом, фланцевые.

ся на трубопроводе в любом рабочем положении, клапаны $D_y = 1000$ мм допускается устанавливать в герметичной зоне АЭС. Рабочая среда подается под тарелку в клапанах $D_y = 200, 300, 400, 600, 800$ и 1400 мм; в клапанах $D_y = 1000$ мм допускается подача среды на тарелку. Открывание и закрывание клапанов производится при давлении не более 0,005 МПа. Скорость потока воздуха в трубопроводе при открытом клапане до 15 м/с. Клапаны изготавливаются и поставляются по ИА 01017-200ТУ и относятся к арматуре класса 3В по условиям эксплуатации. Уплотнительные кольца выполнены из резины. Герметичность клапанов должна соответствовать 1-му классу ГОСТ 9544—75. Управление клапанами от электропривода (табл. 3.41). Гидравлическое испытание клапанов про-

Таблица 3.40. Габаритные размеры, мм и масса клапанов
ИА 01017 и ИА 01018, кг

D_y	L	L_1	D	D_1	D_2	H	h	Масса
200	125	870	310	282	222	470	8	85
300	200	935	428	403	334	470	12	130
400	290	940	530	505	417	950	15	180
600	290	1150	725	700	610	1020	15	300
800	400	1363	985	950	806	985	24	530
1000	500	1670	1230	1198	1020	1305	28	965
1400	500	2052	1674	1634	1420	1674	36	1500

Таблица 3.41. Основные данные электроприводов клапанов
ИА 01017 и ИА 01018

Обозначение	D_y , мм	Тип электро-привода	Электродвигатель		Время открытия или закрытия, с
			Тип	Мощность, кВт	
ИА 01017.200	200	ТЭ 099.205	4AC71A4A5	0,63	2
ИА 01017.300	300				2
ИА 01017.400	400				8
ИА 01017.600	600	ТЭ 099.205-01	4AC80A4A5	1,3	8
ИА 01017.800	800				8
ИА 01018.1000	1000				13
ИА 01017.1400	1400	ТЭ 099.205-05	4AC80B4A5	1,7	17

водится при пробном давлении 0,3 МПа, кроме клапанов $D_y = 1000$ мм, для которых $p_{пр} = 0,23$ МПа. При рабочей температуре 60°С допускается $p_p = 0,2$ МПа, кроме клапанов $D_y = 1000$ мм, для которых $p_p = 0,15$ МПа.

3.7. ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ

Для управления арматурой на АЭС наиболее часто используются электроприводы. Арматура, оснащенная электроприводами, поставляется заводами-изготовителями, на АЭС задача выбора электропривода не ставится. Она возникает при необходимости перевода ручного управления на электрическое, при выборе привода для дистанционного управления, при необходимости замены привода и т. п. Электропривод выбирается с учетом крутящего момента на арматуре, необходимого для управления.

Электроприводы позволяют осуществлять следующие действия при управлении арматурой: нажатием пусковых кнопок «Открыто» или «Закрыто» открывать или закрывать рабочий орган арматуры; нажатием кнопки «Стоп» останавливать затвор в любом промежуточном положении; полностью открывать или закрывать рабочий орган с использованием путевых выключателей; автоматически отключать электродвигатель при возникновении на приводном валу электропривода (на шпинделе арматуры) момента, превышающего установленный. Выключение может происходить при любом положении затвора и осуществляться электромеханической муфтой предельного момента. Положение затвора арматуры определяется визуально с помощью местного указателя положения или дистанционно. В последнем случае крайние положения затвора определяются с помощью

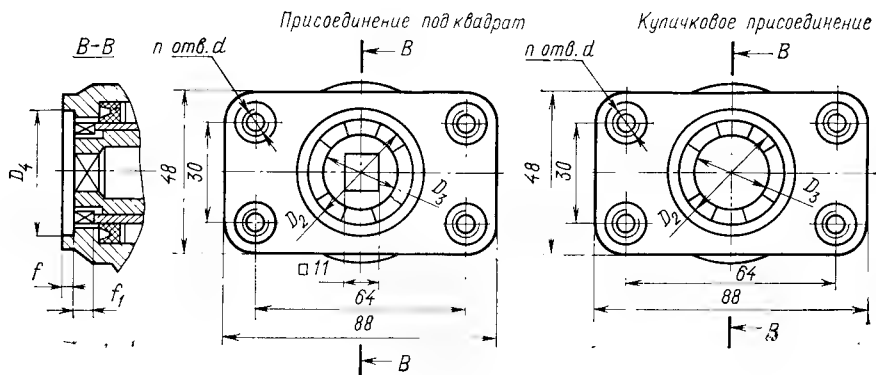


Рис. 3.75. Присоединение типа М.

сигнальных ламп «Закрото» — «Открыто» на пульте управления. Возможен также дистанционный контроль и любых промежуточных положений путем применения соответствующих электрических прибора-датчика на электроприводе и вторичного прибора на пульте управления. Электроприводы позволяют обеспечивать блокировку арматуры с другими агрегатами, механизмами, установками и т. п.

Электроприводы выпускаются с наибольшими крутящими моментами от 5 до 10 000 Н·м в нормальном и взрывозащищенном исполнениях при различной категории взрывозащиты. Эти и другие параметры электроприводов отражены в условном обозначении (индексе заказа) привода, состоящем из девяти знаков (цифр и букв). Первые два знака (цифры 87) обозначают электропривод с электродвигателем и редуктором. Следующим знаком является одна из букв М, А, Б, В, Г или Д, обозначающая тип присоединения электропривода к арматуре. Присоединение типа М приведено на рис. 3.75, типов А и Б — на рис. 3.76, типов В и Г — на рис. 3.77, типа Д — на рис. 3.78. Размеры присоединительных элементов приведены в табл. 3.42.

Все электроприводы присоединяются к арматуре при помощи четырех шпилек. Диаметры шпилек и размеры опорных площадок для различных типов при-

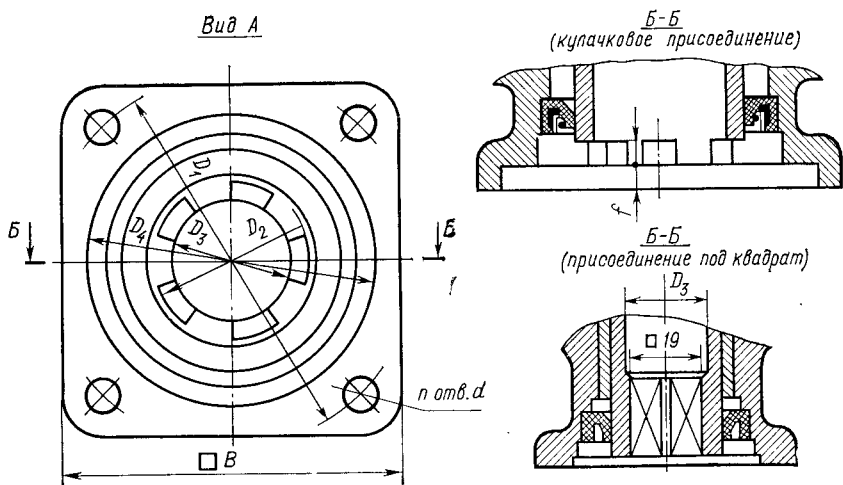


Рис. 3.76. Присоединение типов А и Б.

соединений различны. С увеличением крутящего момента, развиваемого приводом, они увеличиваются. В присоединениях типов В, Г и Д предусмотрены две шпонки, для того чтобы разгрузить шпильки от срезающих усилий, создаваемых передаваемым от привода к арматуре крутящим моментом.

Кинематическая схема электроприводов Б, В, Г и Д приведена на рис. 3.79. Электродвигатель 1 с помощью зубчатых колес 2 — 4 передает движение шлицевому валу 46, на котором расположен червяк 47. От червяка вращение переда-

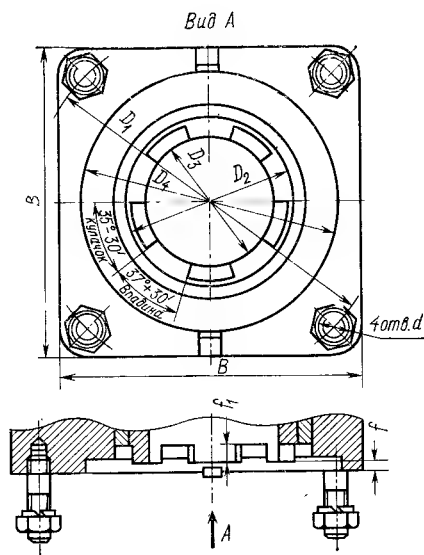


Рис. 3.77. Присоединение типов В и Г.

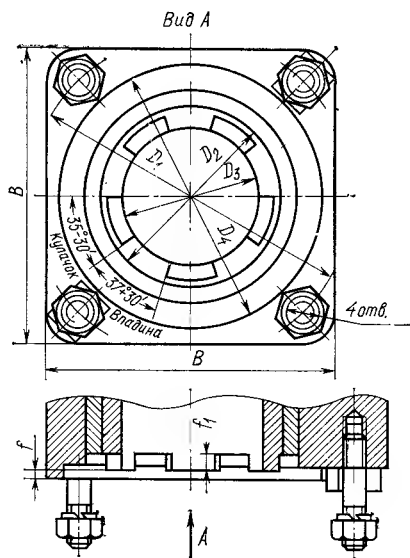


Рис. 3.78. Присоединение типа Д.

ется червячному колесу 42 и через приводной вал 45 арматуре. Кулачковая муфта 6 служит для включения ручного управления, для чего предназначен маховик 5. Включение производится с помощью кулачковой втулки 7, кулачки которой соединяются с кулачками шлицевого вала 46. Для включения предназначена ручка 8. Шток 9 служит для отключения втулки 7 — выведения ее кулачков из зацепления с кулачками вала 46.

На оси червячного колеса 42 находится червяк 43, передающий движение на механизм управления и сигнализации электропривода — в коробку путевых и моментных выключателей. От червяка 43, через червячное колесо 44, зубчатые

Таблица 3.42. Присоединительные размеры, мм, электроприводов унифицированного ряда

Тип присоединения	В	D_1	D_2	D_3	D_4	d	f	f_1
М	—	—	32	25	40	M6	4	5
А	100	104	46	32	100	14	4	5
Б	122	135	59	45	108	14	8	8
В	200	220	88	70	155	22	12	12
Г	285	330	152	120	240	22	12	12
Д	360	400	218	120	320	34	12	12

колеса 40 и 41, вилку 39 движение передается червячной парой 33, 34 на валик путевых выключателей. Далее, с помощью зубчатых колес 19 и 18 движение передается стрелке 17 местного указателя и к валу потенциометра 16.

Коробка путевых и моментных выключателей включает следующие узлы: узел путевых выключателей с червяком 34, червячным колесом 33, кулачками 27, 30 и микровыключателями 26, 29;

узел моментного выключателя с зубчатыми колесами 24, 37, 38, моментными кулачками 25, 28, рычагами 23, 36, пружинами 21, 35, блокировочными кулачками 22, 31 и микровыключателями 20, 32;

узел местного указателя с зубчатыми колесами 18, 19 и стрелкой 17;

узел дистанционного указателя с зубчатым колесом 15 и потенциометром 16.

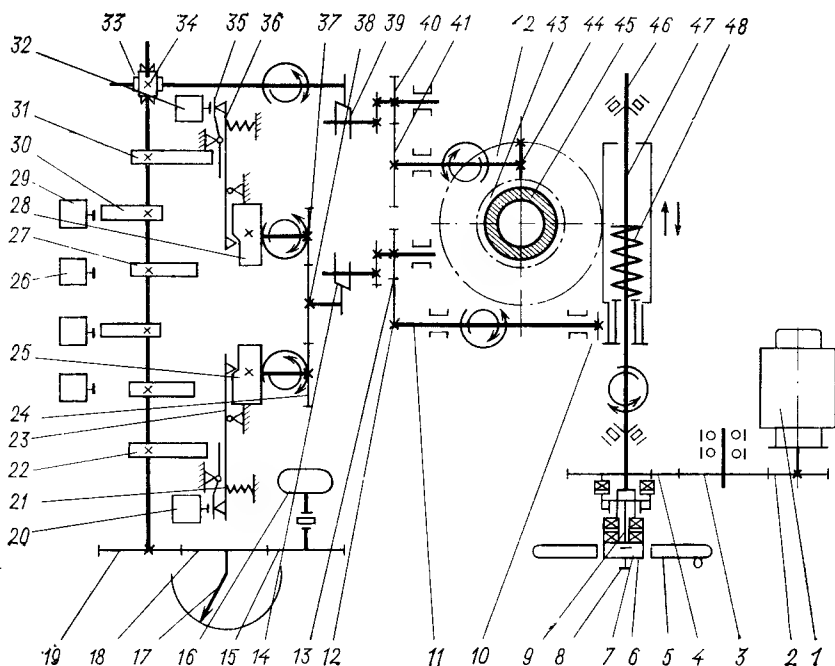


Рис. 3.79. Кинематическая схема электроприводов Б, В, Г и Д унифицированного ряда.

Муфта ограничения крутящего момента действует при возникновении предельного момента, когда продольное усилие на червяке, передаваемое на зубья червячного колеса, достигнет такого значения, что пружина 48 начнет сжиматься. При достижении затвором арматуры положения «Закрыто» или «Открыто» и создании при этом предельного крутящего момента, а также в случае заклинивания в промежуточном положении приводной вал 45 с червячным колесом 42 останавливаются, а червяк 47, ввинчиваясь в венец колеса 42 вследствие продолжающегося вращения электродвигателя 1, начнет перемещаться по шлицам в осевом направлении, сжимая пружину 48. Поступательное движение червяка 47 преобразуется во вращательное движение моментных кулачков 25, 38 с помощью рычага 10, оси 11, зубчатого сектора 12, зубчатых колес 13, 24, 38, 37 и вилки 14. Моментные кулачки 25, 28 поворачиваются, дают возможность рычагам 23, 36 освободить кнопки микровыключателей 20, 32 и разомкнуть электрическую цепь электродвигателя.

При отключении электродвигателя в случае возникновения предельного момента при ходе на закрытие или открытие появляется сигнал «Муфта», свидетельствующий о том, что затвор не дошел до одного из своих крайних положений.

При переходе на ручное управление электроприводом необходимо ручку 8 дослат вперед до сцепления кулачков втулки 7 с кулачками шлицевого вала 46. В случае включения электродвигателя 1 кулачки муфты 6 скользят по винтовой поверхности кулачков цилиндрического колеса 4, и муфта перемещается по

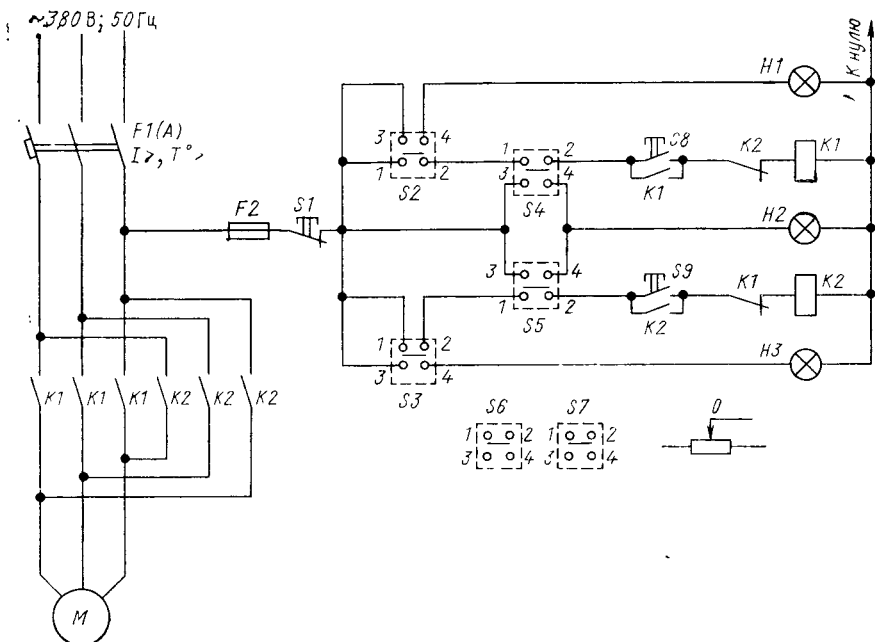


Рис. 3.80. Электрическая схема управления электроприводами типов Б, В, Г и Д унифицированного ряда:

М — асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором; *S2* и *S3* — путевые микро-выключатели МП1101 открытия и закрытия соответственно; *S6* и *S7* — дополнительные путевые микровыключатели МП1101; *S4* и *S5* — моментные микровыключатели МП1101 открытия и закрытия; *K1*, *K2* — магнитные пускатели открытия и закрытия; *H1*, *H2*, *H3* — сигнальные лампы «Открыто», «Муфта», «Закрыто»; *S1*, *S8*, *S9* — кнопка управления «Стоп», «Открыто», «Закрыто»; *F1(A)* — автомат; *F2* — предохранитель; 1—4 — контакты микровыключателей.

валу 46 в сторону маховика 5, пока кулачки муфты 6 сцеплены с кулачками колеса 4. При перемещении вдоль вала 46 муфта 6 через шток 9 выводит втулку 7 из зацепления с кулачками шлицевого вала 46.

Электрическая схема управления электроприводами типов Б, В, Г и Д приведена на рис. 3.80 (табл. 3.43). Отключение электропривода, когда арматура закрывается, происходит при срабатывании муфтового выключателя *S5* при установленном моменте настройки; для отключения электродвигателя в положении «Закрыто» с путевого микровыключателя *S3* необходимо снять перемычку. Отключение электропривода, когда арматура открывается, происходит при срабатывании конечного выключателя *S2*; при необходимости создания момента при открывании контакты 1—2 выключателя *S2* закорачиваются, и отключение электродвигателя происходит от муфтового выключателя *S4*. Выключатели *S4* и *S5* после срабатывания возвращаются в первоначальное положение при вращении приводного вала привода в обратную сторону. В момент пуска электропривода контакты выключателей *S4* и *S5* заблокированы.

Таблица 3.43. Работа
микровыключателей (см. рис. 3.80)

Обозначение	Номера контактов	Открыто	Промежуточное положение	Закрыто
S2	1—2	+	—	—
	3—4	—	+	+
S3	3—4	+	+	—
	1—2	—	—	+
S4	3—4	—	+	+
	1—2	+	—	—
S5	1—2	—	—	+
	3—4	+	+	—

Таблица 3.44. Габаритные размеры, мм, электроприводов унифицированного ряда (см. рис. 3.81—3.84)

Тип	Габаритные размеры		Фланец
	А	Б	В
М	230	290	220
А	405	340	355
Б	630	470	590
В	690	540	664
Г	755	705	815
Д	755	960	815

Ниже приведены краткие технические характеристики и габаритные данные электроприводов унифицированного ряда (табл. 3.44 — 3.46).

Электроприводы нормального исполнения с присоединением типа М с двухсторонней муфтой ограничения крутящего момента (рис. 3.81) предназначены для управления трубопроводной арматурой в конструкциях с максимальным крутящим моментом до 25 Н·м. Электропривод состоит из планетарно-цилиндрического редуктора, электродвигателя, узлов ручного дублера, путевых и моментных выключателей. В алюминиевом литом корпусе смонтированы редуктор

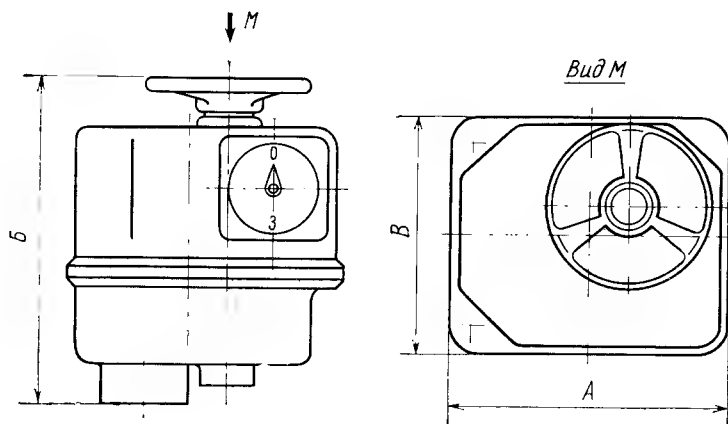


Рис. 3.81. Габаритные размеры электроприводов нормального исполнения с присоединением типа М.

и моментная муфта. К корпусу крепится переходник, на котором установлены электродвигатель и выключатель. Внутренние полости электропривода герметизируются прокладками и уплотнительными кольцами.

При достижении запорным устройством арматуры предельного установленного крутящего момента в положениях «Открыто» или «Закрыто» или в случае заедания в промежуточном положении срабатывает муфта ограничения крутящего момента, приводной вал останавливается и электродвигатель отключается. В конце хода на открывание путевой кулачок нажимает на кнопку микровыключателя и на пульт управления возникает сигнал «Открыто». При закрытии на пульте появляются два сигнала «Закрыто» и «Муфта». При отключении двигателя

ля, в случае возникновения предельного момента при ходе на открывание или закрывание, появляется сигнал «Муфта», сообщающий, что запорный орган не дошел до своего крайнего положения.

Электроприводы нормального исполнения с присоединением типа А с двухсторонней муфтой ограничения крутящего момента (рис. 3.82) создают макси-

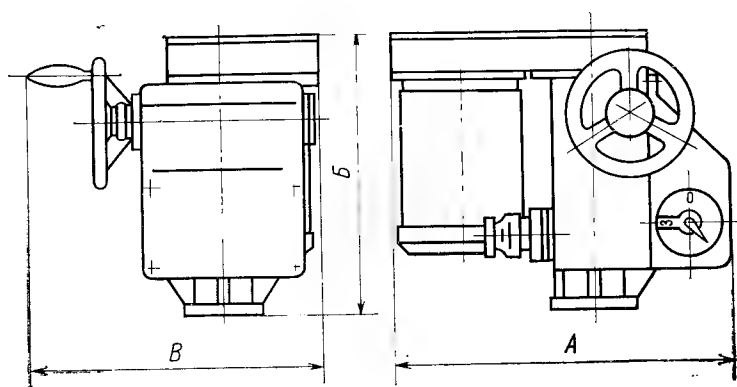


Рис. 3.82. Габаритные размеры электроприводов нормального исполнения с присоединением типа А.

мальные крутящие моменты 60 и 100 Н·м. Электропривод состоит из корпуса, планетарного редуктора, моментной муфты, узла выключателей, электродвигателя и ручного дублера. Внутренние полости герметизируются уплотнительными кольцами и прокладками. При ручном управлении электрическая цепь электродвигателя не разрывается. При достижении предельного крутящего момента в

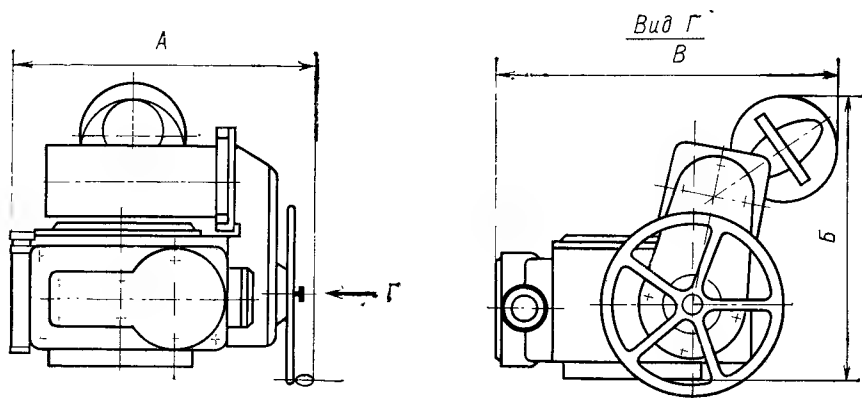


Рис. 3.83. Габаритные размеры электроприводов нормального исполнения с присоединением типов Б, В и Г.

положении «Открыто» или «Закрото» либо в случае заклинивания приводной вал затормаживается, кнопки микровыключателя освобождаются и электрическая цепь двигателя размыкается. В конце хода на открывание и закрывание путевые кулачки нажимают на кнопки микровыключателей и отключают двигатель.

Электроприводы с присоединениями типов Б, В, Г и Д (рис. 3.83 и 3.84) состоят из червячно-цилиндрического редуктора с маховиком для ручного управления, электродвигателя, узла путевых и моментных выключателей. В литом

Таблица 3.45. Основные технические характеристики электроприводов унифицированного ряда для установки в обслуживаемых помещениях

Обозначение	Пределы регулирования крутящего момента на приводном валу, Н·м	Частота вращения приводного вала, об/мин	Полное число оборотов приводного вала	Тип прив.- соединенный	Электроприводитель		Ручной дублер			Масса элек- тропривода, кг
					Тип	Мощность, кВт	Диаметр обода маховика, мм	Максимальное усилие на ободу, Н	Передаточное отношение от маховика к приводному валу	
ТЭ 099.088-01М ТЭ 099.088-02М	5—10	9,5	1—6 4—24	М	АВ-042-4М	0,025	140	360	1	15
ТЭ 099.088-03М ТЭ 099.088-04М	10—25	9,5	1—6 4—24		АВ-042-4М	0,025	140	360	1	15
ТЭ 099.058-01М ТЭ 099.058-04М	25—60	12	1—10 10—45	А	4АА56В4 или АОЛ12-4	0,18	160	35	22	26 24
ТЭ 099.058-02М ТЭ 099.058-05М	25—60	24	1—10 10—45		4АА56В4 или АОЛ12-4	0,18	160	35	22	26 24
ТЭ 099.058-07М ТЭ 099.058-10М	60—100	12	1—10 10—45	А	4АА63А4 или АОЛ12-4	0,25 0,18	160	60	22	28 24
ТЭ 099.058-08М ТЭ 099.058-11М	60—100	24	1—10 10—45		4АА63А4 или АОЛ12-4	0,25 0,18	160	60	22	28 24
Б 099.098-01М Б 099.098-02М Б 099.098-03М	100—250	25	1—6 6—36 36—200	Б	АОЛС2-21-4 или 4АХС80А4	1,3	200	200	26	56 59
Б 099.098-04М Б 099.098-05М Б 099.098-06М	100—250	50	1—6 6—36 36—200		АОЛС2-21-4 или 4АХС80А4	1,3	200	400	13	56 59

Б 099.098-07М Б 099.098-08М Б 099.098-09М	100—250	25	1—6 6—36 36—200	АОЛС2-21-4 или 4АХС80А4	1, 3	200	200	26	56 59
Б 099.098-10М Б 099.098-11М Б 099.098-12М	100—250	50	1—60 6—36 36—200	АОЛС2-21-4 или 4АХС80А4	1, 3	200	400	13	56 59
Б 099.100-01М Б 099.100-02М Б 099.100-03М	250—630	24	1—6 6—36 36—200	В	3, 0 3, 2	400	260	30	96 103
Б 099.100-04М Б 099.100-05М Б 099.100-06М	250—630	48	1—6 6—36 36—200		4, 0 4, 3	400	500	15	105 112
Б 099.100-07М Б 099.100-08М Б 099.100-09М	250—630	24	1—6 6—36 36—200	В	3, 0 3, 2	400	260	30	96 103
Б 099.100-10М Б 099.100-11М Б 099.100-12М	250—630	48	1—6 6—36 36—200		4, 0 4, 3	400	500	15	105 112
Б 099.100-13М	250—630	48	6—36		3, 0 3, 2	400	200	15	96 103
Б 099.100-14М Б 099.100-15М Б 099.100-16М	630—1000	24	1—6 6—36 36—200	АОЛС2-31-4 или 4АС100S4	3, 0 3, 2	400	260	30	96 103

Обозначение	Пределы регулирования крутящего момента на приводном валу, Н·м	Частота вращения приводного вала, об/мин	Полное число оборотов приводного вала	Тип прив. соединения	Электроприводитель		Ручной дублер			Масса электродвигателя, кг
					Тип	Мощность, кВт	Диаметр обода маховика, мм	Максимальное усилие на ободу, Н	Передаточное отношение от маховика к приводному валу	
Б 099.100-17М Б 099.100-18М Б 099.100-19М	630—1000	48	1—6 6—36 36—200	В	АОЛС2-32-4 или 4АС100Л4	4,0 4,3	400	500	15	105 112
Б 099.100-20М Б 099.100-21М Б 099.100-22М	630—1000	24	1—6 6—36 36—200		АОЛС2-31-4 или 4АС100S4	3,0 3,2	400	260	30	96 103
Б 099.100-23М Б 099.100-24М Б 099.100-25М	630—1000	48	1—6 6—36 36—200		АОЛС2-32-4 или 4АС100Л4	4,0 4,3	400	500	15	105 112
Б 099.102-01М Б 099.102-02М Б 099.102-03М	1000—2500	20	1—6 6—36 36—200	Г	АОЛС2-32-4 или 4АС100Л4	4,0 4,3	500	450	28	165 195
Б 099.102-04М Б 099.102-05М Б 099.102-06М	1000—2500	40	1—6 6—36 36—200		АОС2-42-4 или 4АС132S4	7,5 8,5	500	900	14	210 241
Б 099.102-07М Б 099.102-08М Б 099.102-09М	1000—2500	40	4—24 24—144 144—800							

Б 099.102-10М Б 099.102-11М Б 099.102-12М	1000—2500	20	1—6 6—36 36—200	Г	АОЛС2-32-4 или 4АС100Л4	4,0 4,3	500	450	28	165 195
Б 099.102-13М Б 099.102-14М Б 099.102-15М	1000—2500	40	1—6 6—36 36—200		АОС2-42-4 или АС132S4	7,5 8,5	500	900	14	210 241
Б 099.102-16М Б 099.102-17М Б 099.102-18М	1000—2500	40	4—24 24—144 144—200		АОС2-42-4 или АС132S4	7,5 8,5	500	900	14	210 241
Б 099.104-01М Б 099.104-02М Б 099.104-03М	2500—8500	10	1—6 6—36 36—200	Д	АОС2-42-4 или АС132S4	7,5 8,5	500	900	56	390 423
Б 099.104-04М Б 099.104-05М Б 099.104-06М	2500—8500	10	1—6 6—36 36—200		АОС2-42-4 или АС132S4	7,5 8,5	500	900	56	390 423
Б 099.104-07М Б 099.104-08М Б 099.104-09М Б 099.104-10М Б 099.104-11М Б 099.104-12М	6300—10 000	9,3	1—6 6—36 36—200 1—6 6—36 36—200		АОС2-42-4 или АС132S4	7,5 8,5	500	1120	68,8	440 473

Примечание: Электроприводы исполнения Б 099.098.01М ÷ 06М; Б 099.100.01М ÷ 06М; Б 099.100.13М ÷ 19М, Б 099.102.01М ÷ 09М, Б 099.104.01М ÷ 03М, Б 099.104.07М ÷ 09М — с салынным вводом, все остальные исполнения со штепсельным разъемом.

Таблица 3.46. Основные технические характеристики электроприводов для установки в необслуживаемых помещениях (под защитной оболочкой) и в полубслуживаемых помещениях

Обозначение	Пределы регулирования крутящего момента на приводном валу, Н·м	Частота вращения приводного вала, об/мин	Полное число оборотов приводного вала	Тип присоединения	Электродвигатель		Ручной дублер			Масса элек-тропривода, кг
					Тип	Мощность, кВт	Диаметр обода маховика, мм	Максимальное усилие на ободу, Н	Передаточное отношение от маховика к приводному валу	
ТЭ 099.190	5—10 10—25	9,5	1—6 4—24	М	AB-042-4MA1	0,025	140	360	1	15
ТЭ 099.190-01			1—6 4—24							
ТЭ 099.190-02			1—6 4—24							
ТЭ 099.190-03										
ТЭ 099.191	25—60	12 24	1—10	А	4A56B4A5	0,18	160	35	22	30
ТЭ 099.191-01		12 24	10—45							
ТЭ 099.191-02										
ТЭ 099.191-03										
ТЭ 099.191-04	60—100	12 24	1—10	А	4A63A4A5	0,25	160	60	22	32
ТЭ 099.191-05		12 24	10—45							
ТЭ 099.191-06										
ТЭ 099.191-07										
ТЭ 099.192	100—250	25	1—6 6—36 36—200	Б	4AC80A4A5	1,3	200	200	26	60
ТЭ 099.192-01										
ТЭ 099.192-02										
ТЭ 099.192-03										
ТЭ 099.192-04		50	1—6 6—36 36—200				200	400	13	
ТЭ 099.192-05										

ТЭ 099.193 ТЭ 099.193-01 ТЭ 099.193-02 ТЭ 099.193-03 ТЭ 099.193-04 ТЭ 099.193-05 ТЭ 099.193-06 ТЭ 099.193-07 ТЭ 099.193-08	250—630	24	1—6 6—36	B	4AC100S4A5	3, 2	400	260	30	108
		48	1—6 6—36 36—200		4AC100L4A5	4, 25	400	500	15	113
	630—1000	24	1—6 6—36 36—200		4AC100S4A5	3, 2	400	260	30	108
		48	1—6 6—36 36—200		4AC100L4A5	4, 25	400	500	15	113
ТЭ 099.194 ТЭ 099.194-01 ТЭ 099.194-02 ТЭ 099.194-03 ТЭ 099.194-04 ТЭ 099.194-05 ТЭ 099.194-06 ТЭ 099.194-07 ТЭ 099.194-08	1000—2500	20	1—6 6—36 36—200	Г	4AC100L4A5	4, 25	500	450	28	185
		40	1—6 6—36 36—200 4—24 24—144 144—800		4AC132S4A5	9, 5	500	900	14	245
	2500—8500	10	1—6 6—36 36—200		4AC132S4A5	9, 5	500	900	56	496
		9, 3	1—6 6—36 36—200		4AC132S4A5	9, 5	500	900	68, 8	
ТЭ 099.195 ТЭ 099.195-01 ТЭ 099.195-02 ТЭ 099.195-03 ТЭ 099.195-04 ТЭ 099.195-05	6300—10 000									

корпусе смонтированы червячный редуктор и муфта ограничения крутящего момента. К корпусу крепятся путевые и моментные выключатели, а также переходник, на котором установлен цилиндрический редуктор с электродвигателем. Герметизация внутренних полостей осуществляется манжетами, прокладками и уплотнительными кольцами.

При работе на открывание приводной вал и стрелка местного указателя вращаются против часовой стрелки, при закрывании — по часовой. При достижении запорным органом арматуры предельного заданного крутящего момента в положении «Открыто» или «Закрыто» размыкается электрическая цепь электродвигателя. При открывании на пульте появляется сигнал «Открыто», если в арматуре имеется верхнее уплотнение, то дополнительно появляется сигнал «Муфта». При закрывании двигатель отключается муфтой ограничения крутящего мо-

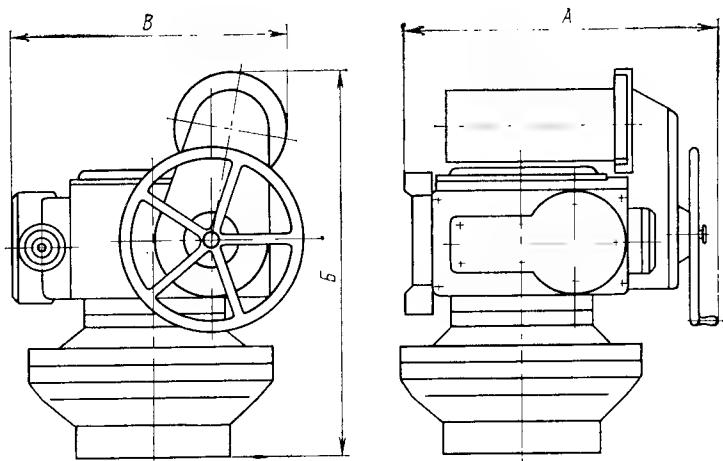


Рис. 3.84. Габаритные размеры электроприводов нормального исполнения с присоединением типа Д.

мента, и на пульте появляются два сигнала «Муфта» и «Закрыто». При отключении двигателя в случае возникновения предельного момента из-за заклинивания появляется сигнал «Муфта», регистрирующий тот факт, что запорный орган не дошел до своего крайнего положения.

Электрическая схема управления электроприводами единая для всех исполнений и приведена на рис. 3.80. В положении «Открыто» включена сигнальная лампа Н1, в положении «Закрыто» включены лампы Н3 и Н2, в положении «Аварийный режим» включена лампа Н2. О работе микровыключателей можно судить по табл. 3.43.

Электроприводы по ТУ 26-07-1143—76 для управления арматурой, устанавливаемой в герметичной части АЭС, отличаются от электроприводов нормального исполнения тем, что внутренние полости электроприводов герметичны. Кроме того, приводы укомплектованы специальными электродвигателями, которые работоспособны при температуре окружающей среды до 60° С и при возможных аварийных ситуациях. Регламентные работы допускается производить не чаще одного раза в год.

Электроприводы укомплектованы герметичным соединителем — вилка СНЦЗ-24/30В-1 ГЕО. 364. 237ТУ, розетка СНЦЗ-24/30Р-6 ГЕО. 364. 237ТУ.

Выносной и колонковые электроприводы ЧЗЭМ. Условные обозначения В-15, В-50, В-130, В-180 (рис. 3.85 и 3.86, табл. 3.47). Эти электроприводы с крутящим моментом на выходном валу 150, 500, 1300 и 1800 Н·м предназначены для дистанционного и местного управления запорной и регулирующей арматурой [2]. Электропривод устанавливается на колонке и состоит из электродвигате-

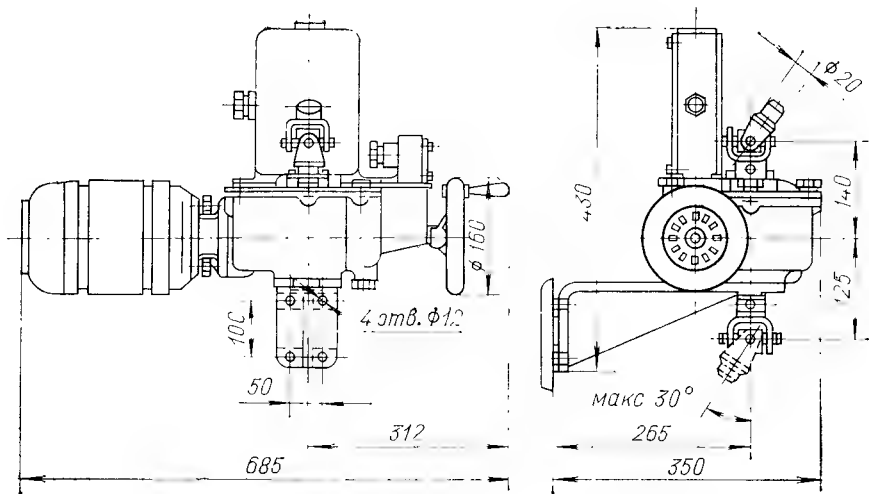


Рис. 3.85. Выносной электропривод В-15.

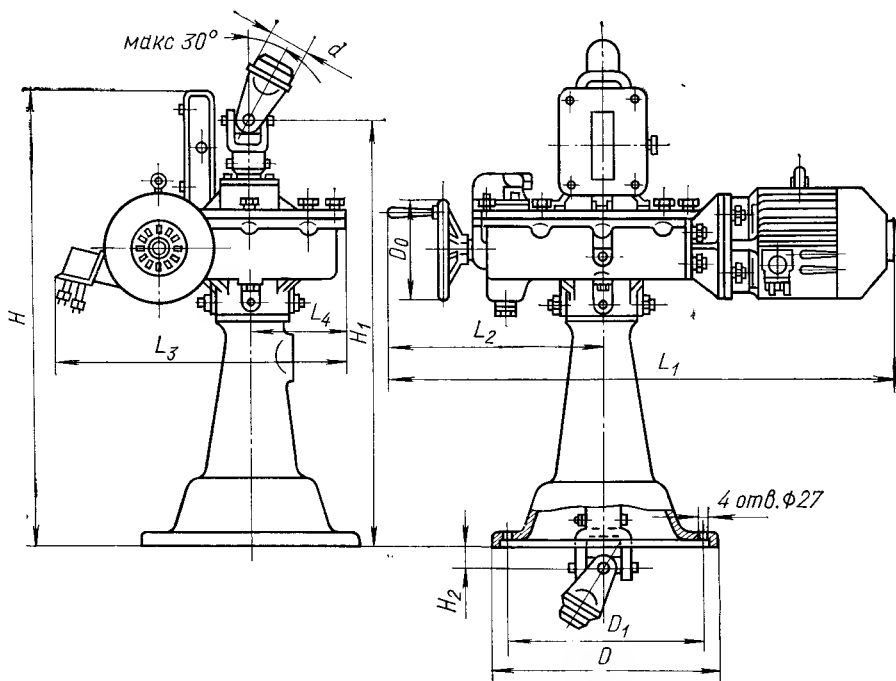


Рис. 3.86. Колонковые электроприводы В-50, В-130 и В-180.

Таблица 3.47. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса колонковых электроприводов В-50, В-130, В-180, кг

Крутящий момент, Н·м	Частота вращения выходного вала, об/мин	D_0	D_1	H	H_1	H_2	L_1	L_2	L_3	L_4	d	Диаметр маховика	Масса
500	19,2	425	360	910	840	0	885	370	470	175	40	200	126
1300	21,6	425	360	920	875	30	985	430	570	200	52	200	182
1800	19,7	500	400	940	925	65	1162	474	640	250	67	320	262

ля, червячного редуктора, коробки путевых и концевых выключателей и шарнирной муфты. Для ручного управления арматурой в электроприводе предусмотрен маховик, при включении ручного управления происходит размыкание цепи питания электродвигателя. При полном открытии электродвигатель отключается концевым выключателем, при полном закрытии регулирующей арматуры — концевым выключателем, при полном закрытии запорной арматуры — токовым реле, настроенным на срабатывании определенной силы тока, соответствующей заданному крутящему моменту на шпинделе управляемой арматуры. Электроприводы, предназначенные для управления регулирующей арматурой, комплектуются специальным потенциометрическим датчиком, сигнализирующим на пульт управления степень открытия арматуры. Электросхемы предусматривают сигнализацию крайних положений для запорной, промежуточных и крайних положений для регулирующей арматуры и, кроме того, сигнализацию включения ручного управления. На рис. 3.87 показана электрическая схема управления для запорной, а на рис. 3.88 для регулирующей арматуры.

Исполнительные электрические многооборотные механизмы типа МЭМ (рис. 3.89, табл. 3.48 и 3.49). Предназначены для перемещения регулирующих органов в системах автоматического регулирования в соответствии с командными сигналами регулирующих или управляющих устройств; эксплуатация допускается при температуре окружающего воздуха от -30 до $+50$ °С и относительной влажности от 30 до 80%, при этом они устойчивы к воздействию относительной влажности 95 % при температуре 35° С и к вибрациям частотой до 30 Гц с амплитудой 0,2 мм. Технические характеристики механизмов приведены в табл. 3.48.

Таблица 3.48. Технические характеристики механизмов типа МЭМ

Характеристика	Размерность	МЭМ-4Б	МЭМ-10Б
Номинальный крутящий момент на выходном валу	Н·м	40	100
Пусковой крутящий момент, не менее	Н·м	68	170
Номинальное время полного хода выходного вала T	с	25, 63, 160, 400	
Номинальный полный ход выходного вала	об	10, 25, 63	
Доля выбега выходного вала от полного хода	%	0,5 при $T \leq 25$ с 0,25 при $T \leq 63$ с	

Механизм состоит из электродвигателя, редуктора, соединяющей их муфты, привода блока датчиков и устройства ограничения крутящего момента. Предусмотрена возможность управления ручным дублером, для чего необходимо отключить тумблером цепь питания и на квадратный хвостовик ведущего червячного вала одеть рукоятку, входящую в комплект поставки.

В механизме применяется индуктивный блок датчиков БДИ-6 или реостатный БДР-П; тип блока оговаривается при заказе. Блок датчиков БДИ-6 состоит

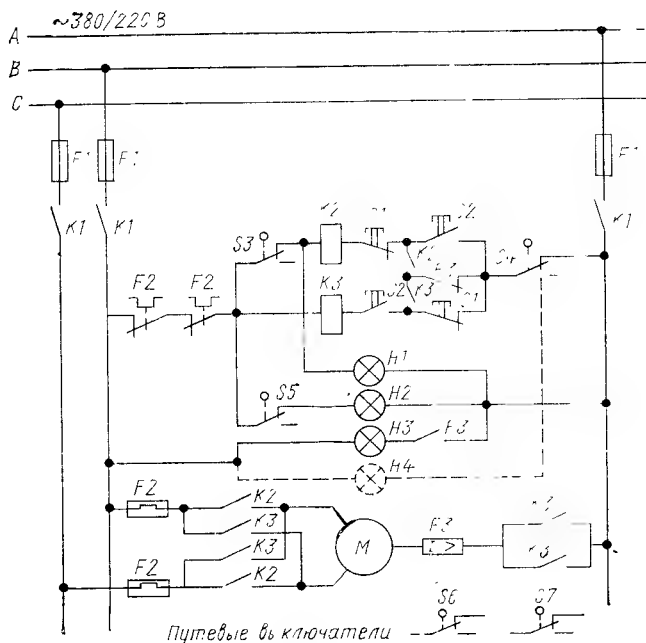


Рис. 3.87. Электрическая схема управления электроприводом ЧЗЭМ для запорной арматуры:

F1 — предохранитель; K1 — рубильник; S1 и S2 — пусковые кнопки «Открыто» и «Закрыто» соответственно; K2, K3 — магнитный пускатель; F2 — тепловое реле; S4 — кнопка блокировки ручного управления (входит в поставку завода); S3, S5 — конечные выключатели (входят в поставку завода); S6, S7 — путевые выключатели (входят в поставку завода); H1, H2, H3, H4 — сигнальные лампы «Открыто», «Закрыто», «Блокировка ручного управления», реле максимального тока; M — электродвигатель (входит в поставку завода).

из двух индуктивных датчиков перемещения, четырех кулачков, четырех микровыключателей ВК6 или Д713, качающегося рычага, валика, шкалы, стрелки. При повороте выходного вала механизма профильный кулачок действует на качающийся рычаг, который смещает сердечники индуктивных датчиков. Профильный кулачок выполнен по спирали Архимеда в диапазонах 0—90° и 0—240°. Кулачки могут устанавливаться независимо друг от друга в любом положении. Профиль кулачка позволяет удерживать микровыключатель во включенном или выключенном состоянии при дальнейшем повороте кулачка на 90° после срабатывания микровыключателя. На блоке датчиков предусмотрена шкала с делениями от 0 до 360°, в центре шкалы вращается стрелка, закрепленная на валике блока датчиков.

В блоке датчиков БДР-П в отличие от блока БДИ-6 вместо индуктивных датчиков применены четыре реостата с токосъемником и контактными кольцами. Конструкция блока допускает работу одновременно двух реостатов в интервале углов от 0 до 90° или от 0 до —240°.

Таблица 3.49. Габаритные и присоединительные размеры, мм, и масса механизмов МЭМ-4Б и МЭМ-10Б

Тип	L	l	Масса, кг	Тип	L	l	Масса, кг
МЭМ-10/25-10Б МЭМ-10/63-25Б МЭМ-10/160-63Б	540	525	32	МЭМ-4/25-10Б МЭМ-4/63-25Б МЭМ-4/160-63Б	452	437	28
МЭМ-10/63-10Б МЭМ-10/160-25Б МЭМ-10/400-63Б	452	437	32	МЭМ-4/63-10Б МЭМ-4/160-25Б МЭМ-4/400-63Б	434	419	28

Примечание. Условное обозначение, например, МЭМ-10/63-10Б означает: 10 — крутящий момент на выходном валу 100 Н·м; 63 — время полного хода 63с; 10 — полный ход механизма 10 об.

В механизмах применяются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором серии АОЛ, питание электродвигателей от трехфазной сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220/380 В. Продолжительность включений равна 25% частота включений не более 300 в час. Параллельно к дви-

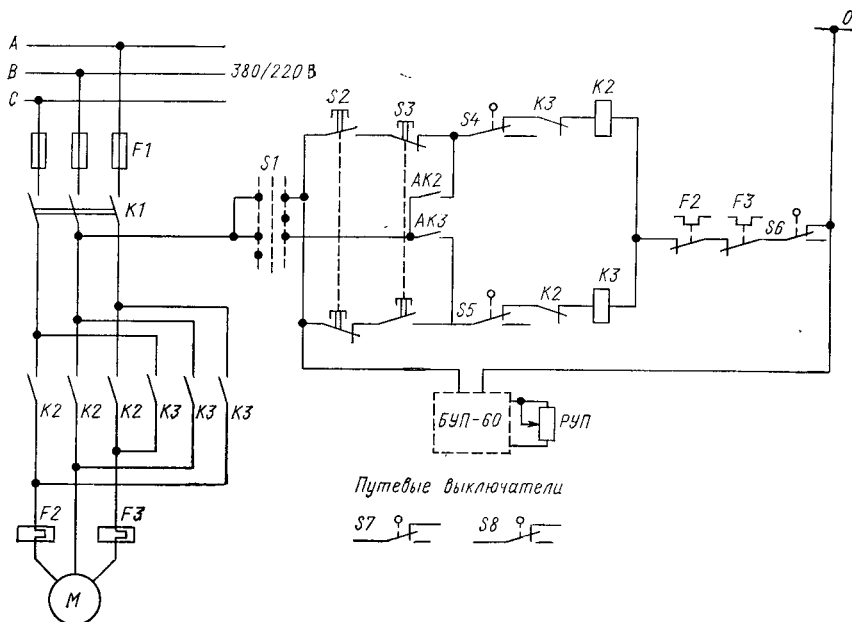


Рис. 3.88. Электрическая схема управления электроприводом ЧЗЭМ для регулирующей арматуры:

F — предохранитель; K1 — рубильник; S2 и S3 — пусковые кнопки «больше» и «меньше»; K2 и K3 — магнитный пускатель; БУП-60 — блок указателя положения; S1 — ключ переключения рода работы; AK2 и AK3 — контакты автоматического управления; F2 и F3 — реле тепловое; S6 — кнопка блокировки ручного управления (входит в поставку завода); S4 и S5 — концевые выключатели (входят в поставку завода); РУП — реостат указателя положения (входит в поставку завода); М — электродвигатель (входит в поставку завода).

гателью для экстренного торможения при отключении питания подключается блок торможения ББТ-2. В механизме предусмотрено 6 микровыключателей для отключения цепей управления двигателем и включения сигнализации:

- два — при достижении выходным валом механизма крайних положений;
- два — при достижении выходным валом любого настроенного положения;
- два — при превышении на выходном валу номинальной нагрузки.

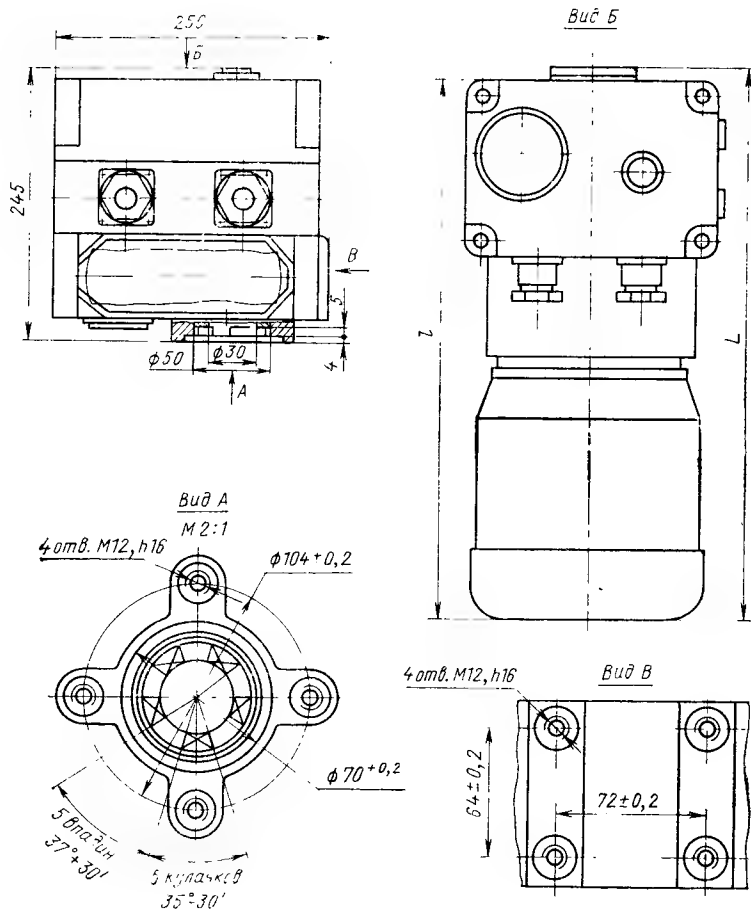


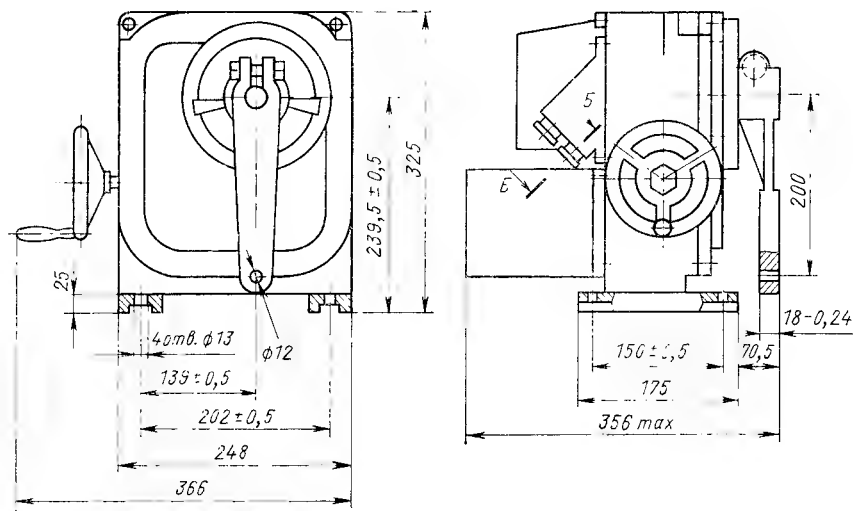
Рис. 3.89. Многооборотный исполнительный электрический механизм МЭМ.

Для обратной связи по положению применен реорхордный датчик ДР2 (или индуктивный ДИ2), подключаемый к регулируемому прибору. Датчик соединяется с дистанционным указателем положений.

Однооборотные электрические исполнительные механизмы (МЭО) по ГОСТ 7192—74 используются для управления регулирующими клапанами в бесконтактных и контактных системах автоматического регулирования и дистанционного управления. Бесконтактное управление механизмами осуществляется с помощью магнитных усилителей типа УМД или пускателя бесконтактного типа ПБР-2, контактное — с помощью магнитных контактных пусковых устройств (магнитных пускателей МКР-0-58). Напряжение питания для механизмов МЭО

220 или 240 В с частотой 50 ± 1 Гц или 220 В с частотой $60 \pm 1,2$ Гц. Основные параметры механизмов приведены в табл. 3.50.

Механизмы допускают работу в повторно-кратковременном реверсивном режиме с числом включений до 300 в час и продолжительностью включений до 25%. Пусковой крутящий момент механизмов при номинальном напряжении питания превышает номинальный не менее чем в 1,7 раза. МЭО предназначены для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -30 до $+50^\circ\text{C}$ при отно-



Кс. вид выходного вала

Б-Б повернуто

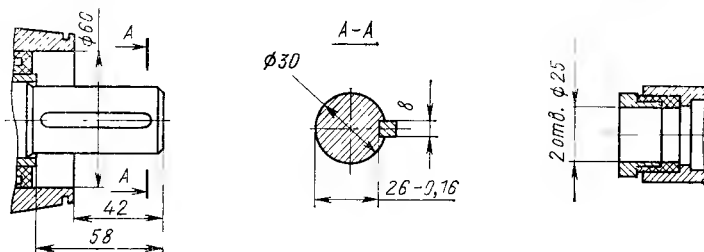


Рис. 3.90. Исполнительные электрические однооборотные механизмы типа МЭО-4/10-0,25; МЭО-4/25-0,63; МЭО-10-68; МЭО-25/25-0,25; МЭО-25/63-0,63; МЭО-25/63-0,25 и МЭО-25/160-0,65.

сительной влажности воздуха от 30 до 80%. При соблюдении правил эксплуатации механизмы обеспечивают нормальную работу в течение одного года без обслуживания. Габаритные и присоединительные размеры МЭО показаны на рис. 3.90 и 3.91.

МЭО состоят из электродвигателя, редуктора, блока конденсаторов, ручного привода, электромагнитного тормоза, блока датчиков. Исполнительные механизмы преобразуют электрический сигнал, поступающий от управляющего или регулирующего устройства во вращение выходного вала. В механизме применяется индуктивный (БДИ) или реостатный (БДР-П) блок датчиков. Индуктивный датчик состоит из корпуса, внутри которого помещены две одинаковые катушки,

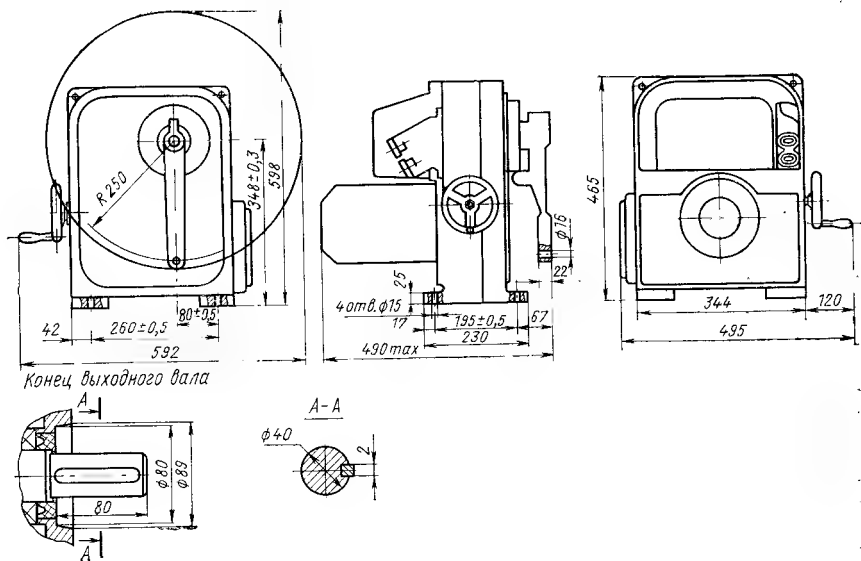


Рис. 3.91. Исполнительные одно-оборотные электрические механизмы типа МЭО-25/10-0,25-68; МЭО-25/25-0,63-68; МЭО-63/25-0,63-68; МЭО-63/63-0,63-68; МЭО-63/63-0,25-68; МЭО-63/25-0,25-68; МЭО-63/160-0,63-68; МЭО-63/65-0,25-68; МЭО-63/63-0,63-68.

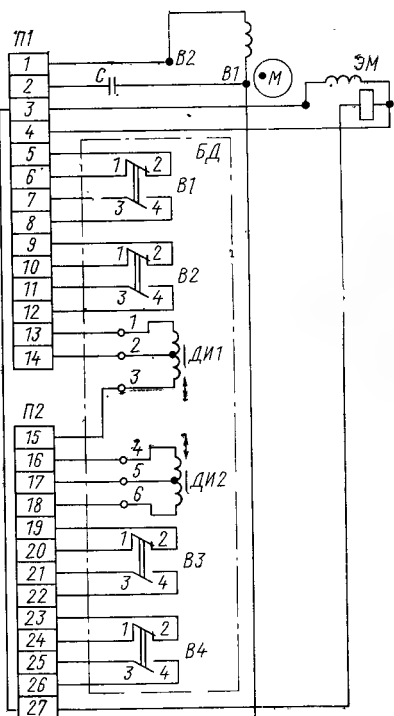


Рис. 3.92. Принципиальная электрическая схема механизмов МЭО с блоком датчиков БДИ:

БД — блок датчиков; ДИ1, ДИ2 — датчики индуктивные; В1÷В4 — микро-выключатели; П1 и П2 — клеммные колодки; С — конденсатор; ЭМ — электромагнит; М — электродвигатель.

Таблица 3.50. Основные параметры электрических исполнительных механизмов типа МЭО

Тип	Номинальный крутящий момент на входном валу, Н·м	Номинальное время полного хода выходного вала, с	Номинальный полный ход выходного вала, об	Потребляемая мощность в номинальном режиме, Вт	Масса, кг
МЭО-4/10-0,25-68	40	10	0,25	40	26
МЭО-4/25-0,63-68	40	25	0,63	40	26
МЭО-10/10-0,25	100	10	0,25	80	30
МЭО-10/25-0,63	100	25	0,63	80	30
МЭО-10/25-0,25-68	100	25	0,25	40	26
МЭО-10/63-0,63-68	100	63	0,63	40	26
МЭО-25/10-0,25-68	250	10	0,25	250	95
МЭО-25/25-0,63-68	250	25	0,63	250	95
МЭО-25/25-0,25	250	25	0,25	80	30
МЭО-25/63-0,63	250	63	0,63	80	30
МЭО-25/63-0,25	250	63	0,25	40	26
МЭО-25/160-0,63	250	160	0,63	40	26
МЭО-63/10-0,25-68	630	10	0,25	600	180
МЭО-63/25-0,63-68	630	25	0,63	600	180
МЭО-63/25-0,25-68	630	25	0,25	250	95
МЭО-63/63-0,63-68	630	63	0,63	250	95
МЭО-63/63-0,25-68	630	63	0,25	80	90
МЭО-63/160-0,63-68	630	160	0,63	80	90

внутри катушек имеется сердечник, перемещение которого вызывает перераспределение падения напряжений на катушках датчиков.

Принципиальная электрическая схема механизмов представлена на рис. 3.92. На клеммы 1—2 штепсельного разъема выведены концы обмотки возбуждения электродвигателя, последовательно с которой включен конденсатор. Обмотка управления электродвигателем выведена на клеммы 3—4. Параллельно с обмоткой управления включена обмотка электромагнита ЭМ тормоза механизма. Все цепи микровыключателей выведены независимо на клеммы 5—12 и 19—26. Причем на клеммы 5, 6, 9, 10, 19, 20, 23, 24 выведены нормально закрытые контакты. На клеммы 13—15 и 16—18 выведены цепи датчиков обратной связи и дистанционного указателя положения.

Перед настройкой механизма необходимо снять упоры. Перемещая рычаг механизма на рабочем угле, ручным приводом отрегулировать длину тяги, установить упоры в крайних положениях рабочего угла поворота рычага. После этого настраивается блок датчиков дистанционного указателя положения и кулачков микровыключателей.

ГЛАВА 4

МОНТАЖ АРМАТУРЫ

4.1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Монтаж трубопроводов и арматуры, а также приемка — сдача проводятся на основании заранее разработанной и надлежащим образом утвержденной технической документации с учетом правил Госгортехнадзора, правил охраны труда, техники безопасности, и производственных инструкций и технических указаний. Известны два метода: «по месту», когда монтируются сравнительно мелкие блоки или монтажные единицы, и индустриальный, когда монтируются заранее за-

готовленные и испытанные трубопроводные блоки. В последнем случае большой объем работ выполняется предварительно в специально оборудованных мастерских, цехах или заводах. Индустриальный метод монтажа является общепризнанным и в настоящее время широко внедряется. Он позволяет значительно снизить стоимость монтажа и обеспечивает высокое качество монтажных работ. Пример крупного трубопроводного блока заводской поставки приведен на рис. 4.1.

Блоки поставляются в окончательно собранном виде с выполненными сварными швами после гидравлического испытания, промывки, очистки и пассивации внутренних поверхностей. При отправке блока на монтаж завод-изготовитель герметически закрывает заглушками и пломбирует концы труб. Блоки трубопроводов заводской поставки имеют габариты, позволяющие перевозку их как по железным дорогам, так и по железнодорожным путям монтажной площадки.

Изготовление монтажных блоков возможно не только на промышленных заводах, но и на заводах и базах монтажных трестов или непосредственно на монтажных участках. В последнем случае блоки трубопроводов собираются на общей сборочной площадке монтажного участка, где для этой цели выделяется площадь, оборудованная подъемно-транспортными средствами, стеллажами, сборочными плазмами и другим оборудованием и приспособлениями.

В состав проектной документации по изготовлению и монтажу трубопроводов, как правило, входит следующее: опись проектных материалов с перечнем использованных стандартов и нормалей; монтажная схема; монтажные чертежи трубопроводов; чертежи ненормализованных опор и подвесок трубопроводов и дополнительных конструкций для креплений арматуры; ведомость с характеристикой трубопроводов и арматуры по линиям: экспликация крепления; экспликация узлов; сводная спецификация.

На монтажных схемах указываются условный диаметр прохода, обозначение арматуры, ее рабочее положение, расположение маховиков, штурвалов, приводов. На рабочих чертежах показывается разбивка линии на узлы, арматура и все детали, из которых состоят узлы со всеми размерами, необходимыми для изготовления узлов, привязки к осям, высотные отметки и др. При компоновке узлов байпасы объединяются с арматурой, приборы контроля — с автоматическими системами и т. д. На схемах арматура изображается с применением условных обозначений по ГОСТ 2.785—70.

В настоящее время широко используется монтаж трубопроводов по макетам. Он представляет собой в уменьшенном виде монтируемую установку или участок с точным расположением всех машин, аппаратов, арматуры и трубопроводов. Все линии трубопроводов на макете разбиты на съемные монтажные транспортные узлы. Участки трубопроводов изготавливаются в специализированных цехах или заводах на основе заранее разработанных аксонометрических масштабных схем или макетов, на которых указываются места сварных стыков, расположение фасонных частей арматуры, приводов, манометров и т. п.

Монтаж делится на два этапа: сборку блоков и монтаж трубопроводов. До проведения первого этапа выполняются подготовительные работы: комплектуется оборудование в соответствии с монтажными схемами и производится ревизия арматуры. При комплектовании монтажных блоков проверяется количество труб, единиц арматуры, устанавливаемых на блок, фланцев, шпилек с гайками (или болтов), прокладок и т. п. Проводится внешний осмотр комплектующих изделий, проверяется наличие заводских паспортов или сертификатов на все трубы, арматуру, фланцы, шпильки и пружины, входящие в комплект трубопроводов, подведомственных инспекции Госгортехнадзора. Кроме того, на каждой детали устанавливается наличие специального клейма отдела технического контроля (ОТК) завода-изготовителя с указанием марки стали, из которой деталь изготовлена. В сомнительных случаях все трубы, арматура, фасонные части, фланцы, шпильки, гайки и другие изделия, изготовленные из легированных сталей, подвергаются проверке стилископированием.

Арматура, предназначенная для монтажа, должна быть полностью укомплектована, иметь клеймение и технические паспорта. Арматура систем, не подведомственных требованиям Правил [9], не имеющая паспорта и маркировки или имеющая маркировку, не соответствующую паспортным данным, может быть исполь-

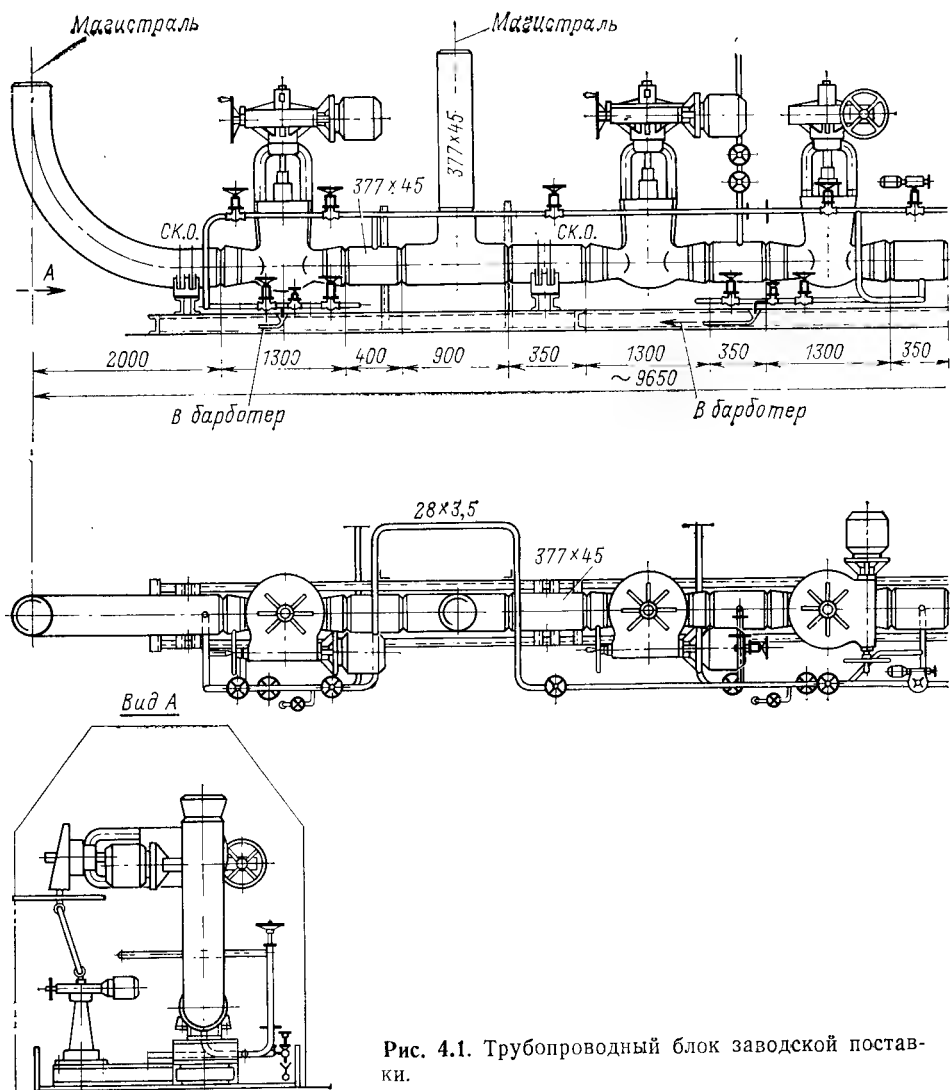
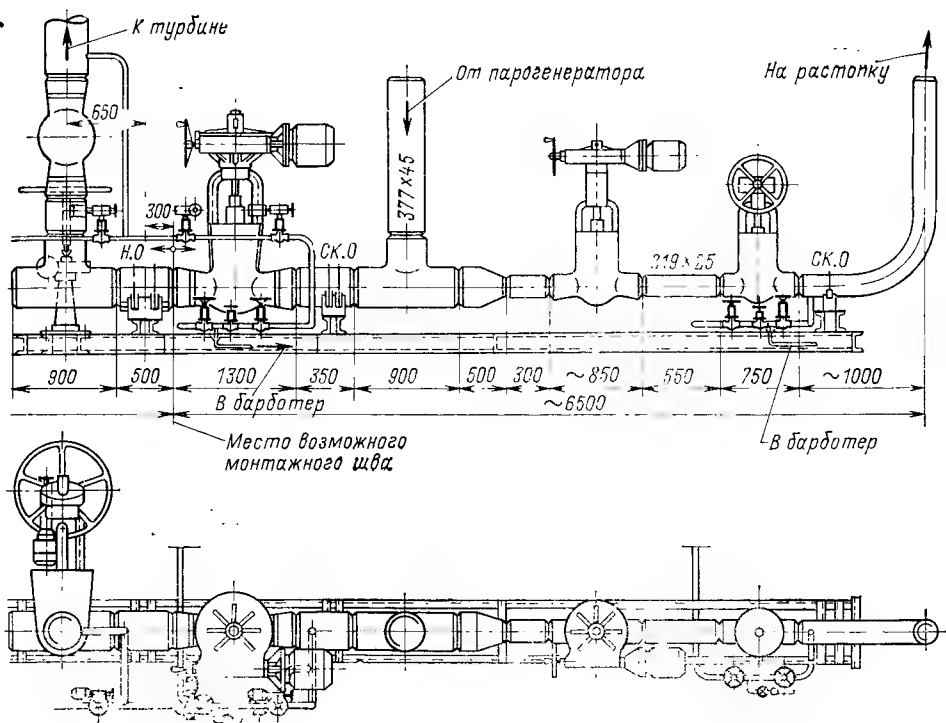


Рис. 4.1. Трубопроводный блок заводской поставки.

зована только для монтажа на трубопроводах с давлением до 1,6 МПа после ее предварительной ревизии и испытания на прочность и герметичность.

При комплектовании и контроле крепежных деталей необходимо выдержать следующие основные требования: резьба шпилек и гаек (и болтов) должна быть чистой, без коррозии, задиров, рисок, сорванных ниток, заусенцев и других дефектов. Эксцентricичность резьбы относительно шейки не должна превышать 0,25 мм. Кривизна оси шпильки допускается не более 0,001 длины шпильки, а отклонение торца гайки от плоскости, перпендикулярной резьбе, допускается не более 0,2 мм. Каждая шпилька проверяется наворачиванием на нее двух гаек, по одной с каждой стороны, при этом не допускается слабина (качение) гаек.



На фланцах и заглушках не должно быть пороков металла (раковин, трещин и пр.), уплотнительные поверхности под прокладку не должны иметь забоин, поперечных рисок и других дефектов. Все корпусные детали осматриваются. Места обнаруженных дефектов зачищаются напильником или шлифовальной машинкой до металлического блеска и протравливаются. После осмотра через лупу места травления нейтрализуют содовым раствором и промывают чистой водой. Для травления углеродистой или легированной стали применяется 10-процентный раствор азотной кислоты, для аустенитных сталей — реактив Марбл в составе: воды — 29 см³, HCl — 20 см³, CuSO₄ — 4 см³.

В процессе монтажа арматура подвергается ревизии дважды: предварительной — перед установкой в рабочее положение и окончательной — после проведения всех промывок и продувок трубопроводов. Предварительная ревизия арматуры проводится на сборочной площадке в целях проверки качества арматуры и устранения выявленных дефектов в следующем объеме:

- а) проверка наличия оформленных паспортов, сертификатов и т.п., предусмотренных соответствующей технической документацией;
- б) внешний осмотр изделий на отсутствие механических и других повреждений;
- в) проверка целостности пломб;
- г) испытания изделий в соответствии с ТУ на поставку и требованиями чертежей в объеме, предусмотренном технологией предприятия, производящего монтаж;

д) проверка изделия на соответствие требованиям технической документации по чистоте внутренних поверхностей в объеме, предусмотренном технологией предприятия, производящего монтаж.

После ревизии внутренние поверхности сборочных единиц и деталей промываются и обезжириваются в соответствии с требованиями чертежей, отверстия

патрубков арматуры должны быть заглушены и опломбированы. В случае проведения ревизии визуальным осмотром промывка и обезжиривание не производится. При наружном осмотре арматуры проверяется сохранность заводской упаковки, наличие заглушек на присоединительных патрубках, комплектность, наличие маховиков, ручек, ответных фланцев, гаек, шпилек и др. На поверхности корпусных деталей не должно быть дефектов в виде трещин, раковин, свищей и т. п. Шпиндель должен перемещаться плавно без рычков на протяжении всего хода, резьба должна быть чистой, без срывов и заусенцев. Поверхность шпинделя под сальник не должна иметь рисок, забоин, следов коррозии и т. п. Сальник должен быть затянут равномерно без перекосов таким образом, чтобы набивка сальника не препятствовала свободному перемещению шпинделя.

Неисправная или некомплектная арматура в зависимости от характера неисправности бракуется или направляется в мастерские для исправления или доукомплектования. При наличии серьезных дефектов, характеризующих арматуру как непригодную для использования или требующую большого объема ремонтных работ, составляется акт с привлечением представителя завода — изготовителя арматуры.

Арматура, полученная в сохранной упаковке до истечения гарантийного срока ее хранения при целых гарантийных пломбах и наличии клеймения и технических паспортов, ревизии и испытанию подлежит только в случаях, предусмотренных технологией монтажа. Арматура, поступающая для монтажа после истечения гарантийного срока, должна быть подвергнута ревизии. В ней заменяются все неметаллические детали, срок хранения которых истек, арматура должна быть испытана на прочность и герметичность. О проведении испытаний составляется акт. Ревизии и испытанию на герметичность должна подвергаться вся арматура, поступившая в поврежденной заводской упаковке или без заглушек независимо от срока ее хранения.

Наиболее часто встречающимся дефектом арматуры, выявляемым при ее испытании перед монтажом, является пониженная герметичность или даже отсутствие герметичности запорного органа арматуры при закрытом положении [12]. Это может быть результатом недостаточно тщательного контроля на заводе-изготовителе, несоблюдения условий транспортирования и хранения, результатом температурных воздействий во время хранения и транспортирования арматуры, перераспределения внутренних напряжений в процессе старения металла и его рекристаллизации. Для восстановления герметичности арматуры уплотнительные кольца притираются.

В целях улучшения условий для обеспечения сохранности арматуры и возможности ее установки без предварительной разборки и ревизии магистральные патрубки арматуры ответственного назначения на заводе-изготовителе закрываются защитными заглушками и арматура пломбируется. Это относится к общепромышленной запорной арматуре с условным диаметром прохода свыше 400 мм, к регулирующей и предохранительной арматуре всех диаметров прохода и всей специальной арматуре, разработанной для АЭС. Арматура должна подвергаться консервационному и гарантийному пломбированию заводами-изготовителями в соответствии с отраслевыми стандартами.

Арматура для АЭС поставляется потребителю в собранном виде, т. е. монтаж должен проводиться без разборки. Допускается поставка крупногабаритной арматуры со снятыми электро- и гидродвигателями, при этом в паспорте на арматуру должен быть указан заводской номер комплектующего арматуру привода. Места пломбирования и виды пломб указываются в техническом описании и инструкции по эксплуатации арматуры. Последняя пломбируется после испытания, окраски и консервации. Пломбы могут устанавливаться на проволоке или представлять собой пятна яркой краски, нанесенной на сопрягаемые детали, стойкой к окружающей среде.

Применяются два вида пломб — консервационные и гарантийные. Первые устанавливаются на магистральных патрубках арматуры и гарантируют сохранность внутренних и привалочных поверхностей в процессе транспортирования, хранения и монтажа, отсутствие на них повреждений и загрязнений. Их разрешается снимать при монтаже арматуры без вызова представителя предприятия — изготовителя арматуры на место монтажа. Эти пломбы в виде пятен синего или зеленого цвета наносятся на резьбовые концы не менее двух болтов, крепящих

заглушку или ответные фланцы. Консервационные пломбы могут быть всякими, окрашенными синей или зеленой краской.

Гарантийные пломбы устанавливаются на ответственных разьемах арматуры, разборка которых невозможна без повреждения пломб, и свидетельствуют о том, что потребитель не вскрывал и не регулировал арматуру. Они могут быть в виде пятен (или клейма) яркой красной или оранжевой краски, нанесенных одновременно на гайки и концы двух противоположно расположенных шпилек или болтов или на торцовые поверхности сопрягаемых деталей, или висящими на проволоке. Образец краски хранится на предприятии-изготовителе арматуры. Гарантийные обязательства предприятие-изготовитель выполняет только при наличии исправных гарантийных пломб.

При окончательной ревизии арматура разбирается, проверяется состояние уплотнительных поверхностей и перемещающихся деталей, очищается от загрязнений, скопившихся в ней при промывке (окалины, сварочного графа и пр.).

4.2. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА МОНТАЖА

Арматура, прошедшая входной контроль или ревизию и испытание и допущенная к монтажу, устанавливается и закрепляется в рабочем положении, которое указано в рабочих чертежах, паспортах и технических описаниях. Монтаж проводится после ознакомления с инструкцией по монтажу.

Арматура освобождается от транспортной тары или упаковки непосредственно перед установкой на трубопровод, удаляются заглушки, подготавливаются рабочие места, монтажный инструмент и подъемно-транспортные средства. Необходимо проверить, все ли меры приняты по охране труда, связанные с предстоящим выполнением работ; наличие необходимых настилов, помостов, лесов, ограждений. К монтажу арматуры допускаются только лица, имеющие соответствующую квалификацию, прошедшие производственный инструктаж и инструктаж по правилам охраны труда и пожарной безопасности.

При монтаже следует ограничивать силовое воздействие на арматуру во избежание деформации, заклинивания подвижных соединений и возникновения недопустимых напряжений. Гайки шпилек и болтов затягиваются равномерно и постепенно с разных сторон фланца. Усилие затяга должно быть соразмерно диаметру и материалу крепежных деталей и, как правило, контролироваться путем применения ключей с ограничением крутящего момента или усилия на рукоятке (тарированных ключей). При монтаже арматуры необходимо руководствоваться указаниями, имеющимися в ТУ или рабочих чертежах, а также учитывать требования заводов-изготовителей. Этими требованиями определяется правильное расположение арматуры и направление движения рабочей среды. В общих условиях действуют следующие правила:

а) направление среды, указанное стрелкой, нанесенной на корпусе арматуры, должно совпадать с направлением движения среды в трубопроводе;

б) при монтаже задвижек направление среды обычно не имеет значения. Исключение составляют задвижки, у которых в одном из дисков клина выполнено разгрузочное отверстие. В этом случае диск с отверстием должен располагаться со стороны подачи среды;

в) клиновые задвижки устанавливать на трубопроводе только при вертикальном положении шпинделя;

г) для удобства обслуживания и ремонта и обеспечения дренаемости не рекомендуется устанавливать задвижки и вентили маховиком вниз;

д) обратные клапаны на горизонтальных трубопроводах устанавливаются крышкой вверх, либо, если крышки нет, ось вращения захлопки должна располагаться горизонтально, а на вертикальных — захлопкой над седлом;

е) перед сваркой бесфланцевой арматуры с трубопроводом следует предусмотреть установку временных опор или домкратов вблизи сварных стыков в целях разгрузки их при сварке;

ж) перед сваркой бесфланцевую арматуру и арматуру с уплотнением из неметаллических материалов следует открыть до отказа. Если сварка производилась без подкладных колец, то закрытие арматуры по окончании сварки допускается только после ее очистки изнутри;

3) во время монтажа арматура должна быть защищена (от механических повреждений, брызг электросварки, прижогов) огнезащитными тканями, нанесением изоляции на основе жидкого стекла или другими материалами, не содержащими ионов хлора более 0,03% (массовых) и фтора, если отсутствуют специальные требования в технической документации;

и) при установке дистанционного привода к арматуре маховики для ручного управления должны открывать арматуру в направлении против часовой стрелки, а закрывать — по часовой стрелке.

Прокладочные, набивочные и другие материалы, используемые для монтажа арматуры, должны соответствовать требованиям технической документации. Размеры прокладки зависят от размеров и конструкции фланцевого соединения, материал прокладки — от свойств рабочей среды, давления и температуры. Прокладки подразделяются на неметаллические (мягкие) и металлические. К первым относятся прокладки из паронита, фторопласта, они наиболее часто имеют вид плоского кольца. Металлические прокладки изготовляют плоского сечения или зубчатого (гребенчатые). Спирально навитые прокладки из металлической ленты гнутого профиля имеют повышенную упругость по сравнению со сплошными. Отдельную группу составляют комбинированные металлические прокладки с неметаллическим (асбестовым) наполнителем, представляющие собой плоскую неметаллическую прокладку, экранированную металлической лентой.

Для обеспечения абсолютной герметичности ответственных объектов применяются фланцевые соединения с обваркой «на ус», в которых две металлические плоские пластины по внутреннему периметру на заводе-изготовителе привариваются каждая к соответствующему фланцу, а по наружному периметру свариваются взаимно, как правило, при монтаже. Недостаток такого соединения — необходимость срезания «уса» для разъема соединения

Набивочные материалы сальниковых соединений выбирают в зависимости от свойств рабочей среды, ее давления и температуры, а также от конструкции сальника. Обычно арматура устанавливается с набивкой, изготовленной заводом-изготовителем арматуры. В связи с тем что влажная сальниковая набивка (увлажненная при гидравлическом испытании арматуры или в результате атмосферного воздействия) может вызвать коррозию шпинделя, рекомендуется при транспортировке и длительном хранении ответственной арматуры освобождать сальники от набивки и устанавливать ее при монтаже. Наиболее широкое применение в качестве набивки имеют отформованные кольца из асбестовой набивки АГ, АГ-50, АСФ, фторопласта.

Трубопроводы должны быть покрыты тепловой изоляцией при необходимости предупреждения и уменьшения теплопотерь в целях поддержания заданной температуры среды, а также во избежание ожогов обслуживающего персонала при температуре стенки трубопровода свыше 60° С, а на рабочих местах и в проходах при температуре свыше 45° С. Теплоизоляция трубопроводов применяется и в случае необходимости обеспечения нормальных температурных условий в помещении. Конструкция теплоизолирующего покрытия должна допускать возможность ревизии арматуры и фланцевых соединений без нарушения ее целостности.

Рабочее положение арматуры должно соответствовать проектным данным установки и не противоречить данным арматуры, указанным в технической документации. Арматура должна устанавливаться в местах, удобных для обслуживания, осмотра и управления ею. При невозможности обслуживания арматуры с пола или междуэтажных перекрытий здания следует предусматривать специальные площадки. Высота от уровня пола или обслуживающей площадки до оси штурвала запорной арматуры с ручным управлением должна быть не более 1,8 м. Арматуру, в особенности фланцевую, а также с дистанционным приводом следует располагать на таких участках трубопроводов, чтобы изгибающие и крутящие моменты, передаваемые на арматуру, были меньше допустимых значений, указанных в технической документации на арматуру. Чтобы деформация трубопроводов от колебаний температуры не оказывала влияния на работу арматуры, в системе должны устанавливаться компенсаторы, которые также облегчают демонтаж арматуры при ремонте. Арматура массой более 500 кг должна устанавливаться на горизонтальных участках трубопроводов и монтироваться на специальных опорах или подвесках.

Регулирующие клапаны и регуляторы должны устанавливаться только на горизонтальных участках трубопроводов, причем шток клапана должен располагаться вертикально узлом управления вверх. Участки труб до и после регулирующих клапанов и регуляторов, как правило, должны быть прямыми, при этом длина трубопровода до клапана должна быть не менее $5D_y$, а после клапана — не менее $(10—15)D_y$, так как значительные гидравлические сопротивления трубопроводов до и после клапана ухудшают качество регулирования. В связи с этим регулирующая арматура должна устанавливаться на участках трубопровода с минимальным гидравлическим сопротивлением. В случае необходимости регулирующие клапаны снабжаются обводной (байпасной) линией с соответствующими запорными устройствами.

Арматура на трубопроводе должна устанавливаться так, чтобы направление движения среды совпадало с направлением стрелки на корпусе; особо важное значение это условие имеет для обратных клапанов, заплопков, предохранительных и регулирующих клапанов и регуляторов. Ручное дистанционное управление должно быть присоединено к арматуре таким образом, чтобы маховик дистанционной колонки при закрывании арматуры вращался по часовой стрелке. Указатели положения «Открыто» и «Закрото» должны совпадать с соответствующими положениями затвора арматуры. В соответствии с этим устанавливаются и выключатели приводов.

При подъеме арматуры или блоков строповать их следует так, чтобы обеспечить надежное крепление поднимаемых или транспортируемых конструкций и не возникало бы опасности поломки или деформации элемента арматуры (маховика, шпинделя, привода). В связи с этим строповка должна производиться за корпусные прочные и жесткие детали. До пуска в эксплуатацию вентили и задвижки должны быть закрыты, а краны — открыты. Это делается для защиты уплотнительных поверхностей от загрязнения строительным мусором, стружкой и т. п. Трубопроводы и арматура должны иметь чистые рабочие поверхности, и в зависимости от их состояния применяются различные методы механической и химической очистки, обезжиривание, промывка горячей и холодной водой и др.

По окончании монтажных работ арматура подвергается внешнему осмотру, испытанию водой, воздухом, гелием с применением гелиевых течеискателей либо люмогидравлическим методом. Для каждой категории ответственности трубопровода установлен свой комплекс испытаний и технических требований на выполнение монтажных и сварочных работ.

При испытании воздухом часто бывает достаточным давление $0,02—0,03$ МПа. Проверяемые места покрывают мыльным раствором при помощи кисти. Появление мыльных пузырьков указывает на пропуск воздуха в этом месте. При испытаниях, когда температура воздуха ниже нуля, могут быть использованы для обмыливания следующие растворы: при температуре не ниже -15°C — этилового спирта 1 л, воды 2 л и мыла 0,2 кг; при температуре не ниже -30°C — этиленгликоля 1,5 л, воды 1,5 л и мыла 0,2 кг.

Перед пуском в эксплуатацию трубопроводы вместе со смонтированной на них арматурой подвергаются гидравлическому испытанию на прочность и герметичность. Испытание на прочность проводится при пробном давлении $p_{пр}$ в соответствии с Правилами [9], если техническими требованиями не предусмотрены другие значения. Давление должно повышаться и снижаться постепенно, без резких скачков. При высоких давлениях его изменение рекомендуется производить не быстрее 0,1 МПа в минуту. Температура при гидравлическом испытании не должна быть ниже указанной в паспортах на арматуру.

При испытаниях на прочность арматура, как правило, должна находиться в открытом положении, за исключением тех случаев, когда в технической документации на арматуру оговорена опрессовка пробным давлением в закрытом положении клапана. После испытаний на прочность проводится гидравлическое испытание на герметичность соединений обычно при рабочем давлении p_r , если техническими требованиями не оговорены другие значения давления. Для выпуска воздуха в верхних точках врезаются воздушники, а в нижних — дренажные устройства для выпуска жидкой среды (опорожнения или взятия проб). Во время испытаний необходимо обеспечить свободный доступ к арматуре и всем соединениям.

Присоединение испытываемого трубопровода к гидравлическому прессу, насосу или сети, создающим необходимое давление, должно осуществляться через два запорных вентиля. Испытательное давление должно выдерживаться в течение 10 мин, после чего оно снижается до 4/5 давления гидроиспытаний и производится осмотр.

Пневматическое испытание трубопроводов на герметичность (воздухом или инертным газом) должно проводиться только после предварительного испытания на прочность любым методом.

До сдачи —приемки трубопровод и арматура подвергаются промывке и продувке сжатым воздухом или инертным газом по специально разработанной схеме. После промывки и продувки арматура, установленная на спускных линиях и тупиках трубопроводов, должна быть осмотрена и очищена.

Арматура, предназначенная для работы при вакууме, перед монтажом повторно испытывается на вакуумную плотность и герметичность при помощи гелиевого течеискателя. При выполнении этой операции должны быть предусмотрены необходимые меры и соблюдены правила, обеспечивающие качественное выполнение этого вида испытаний. Распаковка, расконсервация, очистка, обезжиривание и сушка арматуры производятся в отдельном помещении или на отдельно отгороженном участке. Внутренние поверхности арматуры перед испытанием промывают струей чистой воды и по возможности протирают салфетками до полной очистки от механических загрязнений. Изделия со сложной формой полостей очищают, пропуская перегретый пар.

После очистки проводится обезжиривание бензином А72 или спиртом-ректификатом, после чего арматуру продувают горячим воздухом или азотом до тех пор, пока на выходе температура не достигнет значений выше 100° С. Для надежного обеспечения отсутствия влаги сушку дополняют отсосом воздуха с использованием насосов предварительного вакуума. Резкое повышение вакуума указывает на отсутствие влаги на внутренних поверхностях арматуры. Контроль гелиевыми течеискателями производится лицами, подготовленными для выполнения этих работ и прошедшими соответствующую теоретическую и практическую подготовку.

4.3. СБОРКА ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Соединение корпуса арматуры с трубопроводом является одним из наиболее ответственных, к нему предъявляются такие требования, как прочность при воздействии внутреннего давления, сил и моментов от присоединенной части трубопровода; герметичность в течение эксплуатации при воздействии тепловых и изменений давления; возможность периодического снятия арматуры для ремонта или монтажа новых изделий. Этим требованиям в условиях АЭС удовлетворяют наиболее полно два типа соединений: фланцевое и сварное.

Фланцевое соединение арматуры с трубопроводами имеет большую металлоемкость, чем соединение сваркой, и меньшую герметичность вследствие возможных протечек через прокладки в процессе работы. Однако возможность быстрого снятия арматуры с трубопровода для ремонта и замены (без вырезки) делает в ряде случаев наиболее целесообразным применение на АЭС фланцевого соединения арматуры с трубопроводами иногда с дублирующей сваркой «на ус». Так, фланцами соединяются с трубопроводами главные предохранительные клапаны $D_y = 600$ мм на АЭС с реакторами РБМК.

Монтаж фланцевой арматуры должен вестись так, чтобы не создавались перекосы между торцовыми плоскостями трубопроводных и арматурных фланцев. При монтаже жестких конструкций арматуры (малые проходы, большие давления) затяжка уплотнений с перекосами с целью добиться герметизации соединения может привести к обрыву болтов или шпилек, срыву резьбы, образованию трещин или поломке деталей. При недостаточно жестких конструкциях (большие проходы, малые давления) затяжка фланцев при перекосах может вызвать коробление корпусов, а вместе с ними и коробление уплотнительных поверхностей, в частности в задвижках, что послужит причиной потери герметичности запорного органа. Задвижки должны монтироваться в закрытом положении (затвор опущен), что особенно важно для задвижек с корпусами малой жесткости.

Чтобы воспрепятствовать схватыванию металла шпилек и гаек и обеспечить возможность разборки соединения после длительной эксплуатации при температуре до 350°C , резьба шпилек смазывается молибденитом высокой чистоты ВЧ-1 или дисульфитмолибденовой смазкой ВНИИНП-232. Прокладки должны иметь размеры, соответствующие уплотнительным поверхностям фланцев.

Сборка фланцевых соединений является одной из наиболее часто выполняемых и ответственных операций при ремонте и монтаже арматуры. К сборке допускаются только изделия, у которых шероховатость и плоскостность уплотнительных поверхностей фланцев соответствуют установленным техническим требованиям. Не допускаются поперечные риски, пересекающие кольцевую уплотнительную поверхность фланца под прокладку, забоины и другие дефекты. Геометрические отклонения от плоскости уплотнительных поверхностей можно выявить с помощью контрольных плит, подобных показанной на рис. 4.2. На плиту тампоном наносится минимально тонкий слой краски (лазурь, тонкая сажа, сурик), густо замешанной на масле. Затем плита прикладывается к проверяемой поверхности и поворачивается в обе стороны на $5-6^{\circ}$ шесть-восемь раз, после чего определяется характер отпечатков на уплотнительной поверхности, по которым устанавливается ее состояние. Для мягких прокладок из паронита, фторопласта и т. п. рекомендуется следующая оценка. При рабочем давлении до $1,6\text{ МПа}$ на 1 см^2 зеркала фланца должно приходиться не менее одного пятна, при более высоком рабочем давлении — не менее двух пятен. Уплотнительные поверхности фланцев под плоские и гребенчатые металлические прокладки, а также при беспрокладочных соединениях должны притираться и при проверке давать сплошной кольцевой отпечаток.

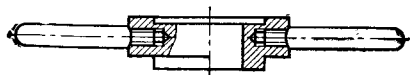


Рис. 4.2. Контрольные плиты для проверки уплотнительных поверхностей фланцев с выступом и впадиной.

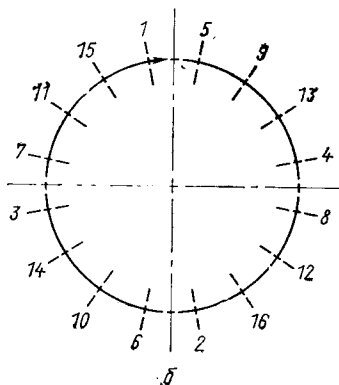
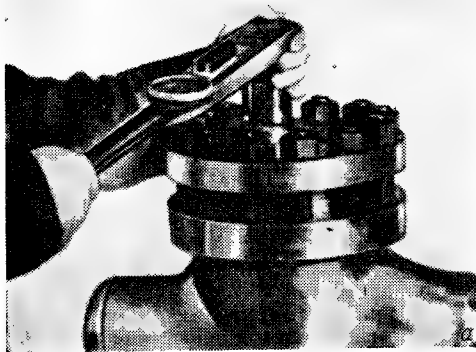


Рис. 4.3. Затяжка фланцевых болтов:

а — применение динамометрического ключа; б — порядок затяжки.

Опорные поверхности под гайки должны быть строго параллельны зеркалу фланца и тщательно обработаны. Оси отверстий во фланцах должны быть перпендикулярны зеркалу фланцев.

Техническое состояние паронитовых прокладок проверяется загибом прокладки на 180° вокруг стержня диаметром: 12 мм — для прокладки толщиной до 1 мм , 24 мм — для прокладки толщиной от 1 до $1,24\text{ мм}$ и 42 мм — для прокладки от $1,25$ до $2,5\text{ мм}$. После загиба на прокладке не должно быть трещин и расслоений. Прокладка должна иметь ровные поверхности серого цвета: с одной

стороны слегка глянцевую, с другой — матовую. Изломы, складки и другие дефекты на прокладках не допускаются.

Состояние рабочих поверхностей металлических прокладок проверяется с помощью лупы с пяти-десятикратным увеличением. Гребенчатые прокладки должны быть притерты по притирочной плите и проверены на краску по контрольной. Если на гребнях прокладки образуются неравномерные отпечатки, прокладку пришабровывают, а затем притирают. Ширина притупления гребней должна быть не менее 0,2 мм.

Состояние бывших в употреблении крепежных деталей должно подтверждать возможность их дальнейшего длительного применения (отсутствие коррозии, трещин, забоин, срывов резьбы и т. п.).

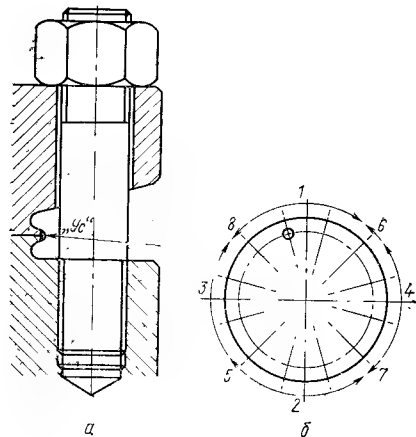


Рис. 4.4. Заварка мембранного соединения «на ус» (а) и последовательность заварки участков (б).

равномерно путем трех- или четырехкратного обхода всех гаек с одновременным контролем параллельности фланцев. Параллельность фланцев определяется путем замеров зазоров между фланцами по их периметру с помощью шупа.

Проверка степени и равномерности затяга шпилек осуществляется замером их удлинения с помощью микрометра или индикатора. На каждые 100 мм длины шпильки допускается удлинение от 0,03 до 0,15 мм. Окончательная затяжка гаек всех фланцевых соединений, включая соединения крышек с корпусами аппаратуры, кроме соединений с металлическими прокладками, производится при прогреве трубопровода перед пуском в эксплуатацию при давлении на нем не выше 0,4—0,5 МПа. Соединение «на ус» заваривается в случае необходимости в такой последовательности, как показано на рис. 4.4. При этом перед началом заварки «на ус» должны быть проведены все необходимые испытания изделия, проверена его работоспособность и исключена необходимость разрезки и повторной сварки. При заварке «уса» свариваемые детали должны быть поджаты усилием, указанным в технической документации, что может быть обеспечено либо поджатием определенного количества шпилек установленным крутящим моментом, либо применением специальной оснастки для стяжки двух фланцев. Ус, как правило, должен завариваться аргонодуговым методом. Требования по сварке, контролю сварного шва и последующей его проверке должны соответствовать указаниям технической документации на каждое конкретное изделие.

4.4. ПРИВАРКА АРМАТУРЫ К ТРУБОПРОВОДУ

Приварка является наиболее широко распространенным способом присоединения арматуры к трубопроводам на АЭС. Единственный недостаток сварного соединения — необходимость вырезки арматуры при снятии ее и замене,

что связано с затратами труда и времени; в отношении остальных требований сварное соединение является безупречным. Обладая низкой металлоемкостью, сварное соединение обеспечивает, при качественном его выполнении, полную герметизацию, длительный срок службы и высокую надежность. Эти обстоятельства и определили широкое применение приварки арматуры к трубопроводам.

Для присоединения сваркой на корпусах арматуры предусматриваются патрубки с соответствующими размерами и разделкой для выполнения сварного шва. Размеры и форма патрубков должны давать возможность выполнения процесса сварки, контроля сварного соединения и вырезки арматуры из трубопровода, когда в этом возникает необходимость. Наиболее часто применяемые формы и размеры разделки патрубков арматуры для присоединения сваркой приведены на рис. 4.5 (табл. 4.1 и 4.2).

Чтобы обеспечить возможность применения подкладных колец для получения гладкой проточной части, без запылов металла, на патрубках предусматриваются обычно кольцевые проточки. Кромки патрубков подготавливают под приварку в соответствии с требованиями технологии выполнения сварочных работ.

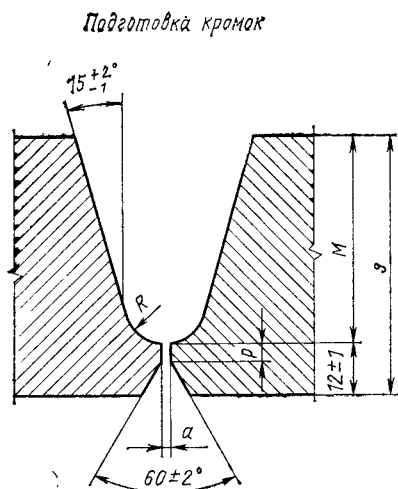
Подготовка концов труб для сварки арматуры может выполняться любыми способами, обеспечивающими необходимую форму, размеры и качество кромок, а также структуру металла обрабатываемых концов. Окончательная обработка концов труб из средне- и высоколегированной стали допускается только механическим способом. Кромки концов труб и арматуры должны быть перед сваркой очищены от ржавчины, окислов и других загрязнений с внутренней и наружной сторон на ширину 15—20 мм. Технологический процесс сварки и порядок контроля, режимы и способы термической обработки сварных стыков установлены соответствующими инструкциями. Требования, предъявляемые к сварным соединениям, методы их выполнения и контроля регламентируются основными положениями ОП 1513—72 [7].

Метод сварки выбирается с учетом материала свариваемых элементов, сложности выполняемой работы и степени ответственности объекта. В основном используется сварка плавящимся электродом. Применяются ручная, полуавтоматическая и другие виды сварки. Технологический процесс сварки должен обеспечивать достаточно высокие качества шва: прочность соединения и плотность металла. Наиболее высокое качество обеспечивается сваркой в среде защитных газов. Углеродистые и низколегированные стали обычно свариваются в среде углекислого газа, коррозионно-стойкие стали типа 08Х18Н10Т свариваются с применением аргонодуговой сварки. В наиболее ответственных случаях используется сварка неплавящимся электродом. Сварка может осуществляться с применением всех промышленных методов, обеспечивающих полное проплавление шва и требуемое качество сварных соединений. Необходимо в максимальной степени использовать автоматические и полуавтоматические методы сварки.

Сварка каждого стыка должна выполняться без перерывов до полной заварки всего стыка. При многослойной сварке и вынужденном перерыве в работе допускается прекращение сварки стыка при заполнении 50—60% его толщины; при этом необходимо обеспечить медленное и равномерное охлаждение металла.

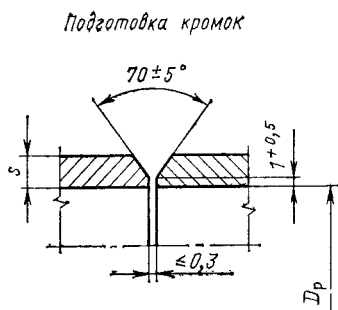
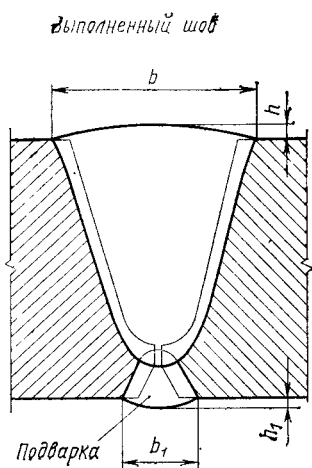
Арматура, установленная в рабочее положение и подготовленная для приварки к трубопроводу, должна быть приоткрыта во избежание заклинивания при нагреве в процессе сварки. Бесфланцевая арматура открывается перед приваркой полностью. Если приварка проводится без подкладных колец, арматуру по окончании приварки можно закрывать только после очистки внутренних поверхностей. При всех других монтажных операциях арматура должна быть закрыта во избежание повреждения уплотнительных поверхностей, а маховики сняты во избежание их поломки. Маховики устанавливаются на место после полного окончания монтажа трубопроводов, установки приводов и подготовки системы к гидравлическому испытанию.

Электроды, применяемые при сварочных работах, должны соответствовать маркам, указанным в чертежах; качество их должно быть подтверждено сертификатом и результатами входного контроля. Сварные поперечные стыки, которые подлежат ультразвуковому контролю, должны быть расположены так, чтобы длина свободного участка трубы $L_{св}$ в каждую сторону от оси шва до



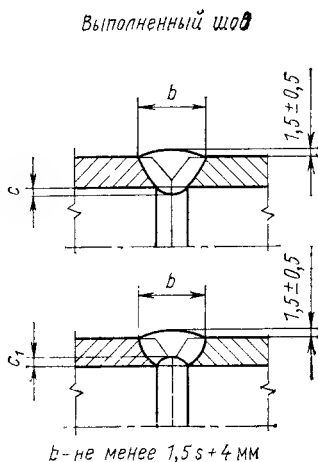
Обработка кромок $R_2 80$

а



Обработка кромок $R_2 80$

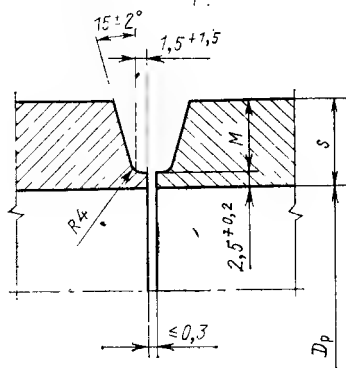
б



b — не менее $1,5s + 4$ мм

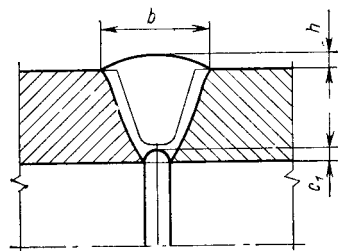
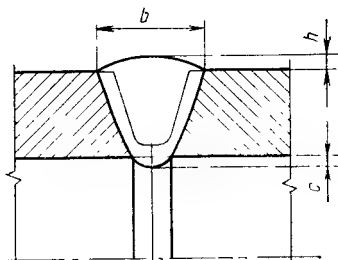
Рис. 4.5. Типы сварных соединений:
а — С-12; б — С-23; в — С-29; г — С-42.

Подготовка кромок



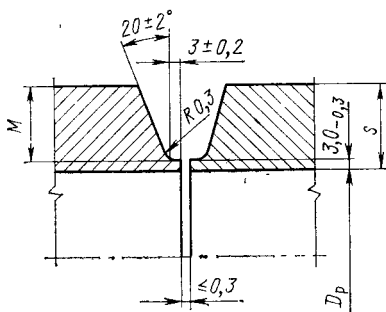
Обработка кромок $R_2 80$
 b - не менее $0,6M + 12$ мм

Выполненный шов



в

Подготовка кромок



Обработка кромок $R_2 80$
 b - не менее $0,8M + 8$ мм

Выполненный шов

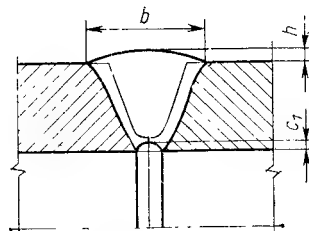
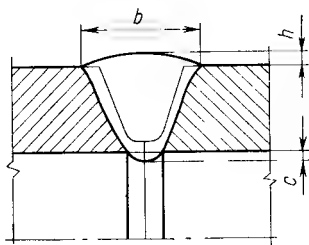


Таблица 4.1. Разделка патрубков арматуры из углеродистой стали (см. рис. 4.5)

D_y , мм	$p_p = 10$ МПа			$p_p = 4$ МПа			$p_p = 1,6$ МПа		
	$D_{нар} \times s$, мм	Диаметр разделки D_p , мм	Тип разделки по ОП 1513-72	$D_{нар} \times s$, мм	Диаметр разделки D_p , мм	Тип разделки по ОП 1513-72	$D_{нар} \times s$, мм	Диаметр разделки D_p , мм	Тип разделки по ОП 1513-72
100	108×6	97 ^{+0,46}	C-23	108×4,5	100 ^{+0,46}	C-23	108×4,5	100 ^{+0,46}	C-23
150	159×9	142 ^{+0,53}	C-29	159×7,0	148 ^{+0,53}	C-29	159×4,5	—	C-23
200	219×13	195 ^{+0,60}	C-29	219×9,0	204 ^{+0,60}	C-29	219×7,0	207 ^{+0,60}	C-29
300	—	—	—	325×13,0	303 ^{+0,68}	C-29	325×8,0	311 ^{+0,68}	C-29
400	426×24	328 ^{+0,76}	C-29	—	—	—	426×9,0	410 ^{+0,76}	C-29
600	630×25	582 ^{+0,90}	C-29	630×25	582 ^{+0,9}	C-29	630×12,0	608 ^{+0,90}	C-29
800	828×38	782±0,50	C-12	—	—	—	820×11,0	800 ^{+1,0}	C-29

Т а б л и ц а 4.2. Разделка патрубков арматуры из коррозионно-стойкой стали (см. рис. 4.5)

D_y , мм	$p_p = 20$ МПа			$p_p = 10$ МПа			$p_p = 4$ МПа			$p_p = 1,6$ МПа		
	$D_{нар} \times s$, мм	Диаметр разделки D_p , мм	Тип разделки по ОП 1513-72	$D_{нар} \times s$, мм	Диаметр разделки D_p , мм	Тип разделки по ОП 1513-72	$D_{нар} \times s$, мм	Диаметр разделки D_p , мм	Тип разделки по ОП 1513-72	$D_{нар} \times s$, мм	Диаметр разделки D_p , мм	Тип разделки по ОП 1513-72
10	14×2	10,5 ^{+0,12}	C-23	14×2	10,5 ^{+0,12}	C-23	14×2	10,5 ^{+0,12}	C-23	—	—	—
15	18×2,5	13,5 ^{+0,12}	C-23	18×2,5	13,5 ^{+0,12}	C-23	18×2,5	13,5 ^{+0,12}	C-23	—	—	—
25	32×3,5	26 ^{+0,14}	C-23	32×3,5	26 ^{+0,14}	C-23	32×3,5	26 ^{+0,14}	C-23	—	—	—
32	38×3,5	32 ^{+0,17}	C-23	38×3,5	32 ^{+0,17}	C-23	38×3,5	32 ^{+0,17}	C-23	—	—	—
50	57×5,5	47 ^{+0,37}	C-42	57×4,0	50 ^{+0,34}	C-23	57×4,0	50 ^{+0,34}	C-23	—	—	—
65	76×7	63 ^{+0,40}	C-42	76×4,5	69 ^{+0,40}	C-42	76×4,5	69 ^{+0,40}	C-42	—	—	—
100	133×12	112 ^{+0,46}	C-42	108×7,0	97 ^{+0,23}	C-42	108×5,0	100 ^{+0,23}	C-42	108×5	100 ^{+0,23}	C-42
150	159×15	133 ^{+0,53}	C-42	159×9,0	143 ^{+0,26}	C-42	159×6,5	150 ^{+0,26}	C-42	159×6	150 ^{+0,26}	C-42
200	273×25	230 ^{+0,60}	C-42	219×12	199 ^{+0,30}	C-42	220×8,0	208 ^{+0,30}	C-42	220×8	208 ^{+0,30}	C-42
300	377×36	312 ^{+0,68}	C-42	325×16	297 ^{+0,34}	C-42	325×12	305 ^{+0,34}	C-42	325×12	305 ^{+0,34}	C-42
400	—	—	—	—	—	—	426×13	405 ^{+0,38}	C-42	426×8	410 ^{+0,38}	C-42
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	630×8	614 ^{+0,45}	C-42

ближайших приварных деталей и элементов, начала гниа, оси соседнего поперечного шва была не менее следующих значений:

Номинальная толщина стенки s , мм	$s \leq 14$	$15 < s \leq 30$	$30 < s \leq 36$	$s > 36$
Минимальное значение $L_{св}$, мм	100	$5s + 25$	175	$4s + 30$

Соседние сварные соединения необходимо располагать так, чтобы расстояние между их осями было не менее трехкратной толщины стенки, но не менее $l = 1,5 \sqrt{(D_{нар} - s)s}$, где $D_{нар}$ — номинальный наружный диаметр трубы. Если поперечное стыковое сварное соединение подлежит местной термической обработке, по обе стороны оси шва длина свободного участка трубы должна быть не менее l .

Сварка и наплавка стали перлитного класса должны выполняться с соблюдением требований по предварительному и сопутствующему подогреву и термической обработке в зависимости от марки стали и толщины свариваемых кромок. Режим подогрева и последующего отпуска должен соответствовать требованиям, предусмотренным. Основными положениями по сварке [7] и производственными инструкциями. Необходимо выполнять дополнительную термическую обработку стыковых сварных соединений элементов из углеродистой стали при толщине стенки свыше 36 мм и во всех других случаях, предусмотренных Основными положениями по сварке [7], техническими условиями или производственными инструкциями.

Для удобства оценки швов устанавливают понятие однотипных сварных соединений. Однотипными считаются производственные сварные соединения, имеющие одинаковые конструктивно-технологические признаки: одинаковую конструкцию, аналогичную форму раздела кромок, выполненные по единому технологическому процессу (одним способом сварки, в одних и тех же положениях, сварочными материалами одной марки и одного диаметра, при одних и тех же режимах сварки, подогрева и термообработки и т. п.) на элементах из стали одной марки, при соотношении максимальных и минимальных толщин и наружных диаметров не более 1,65. Максимальные и минимальные размеры толщин и диаметров принимаются по номинальным значениям размеров свариваемых элементов. При выполнении сварных швов на плоских элементах или на цилиндрических с диаметром более 750 мм учитывается только соотношение толщин. Однотипность угловых и тавровых сварных соединений оценивается по соотношению толщин и диаметров только привариваемых элементов, для которых максимальное соотношение не должно превышать 1,65. Соотношение максимальной и минимальной толщины основных элементов не должно превышать 2,0 а соотношение диаметров может не учитываться.

4.5. КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Для контроля качества сварных соединений арматуры с трубопроводом используются следующие методы:

- внешний осмотр и измерения размеров швов всех категорий;
- ультразвуковая дефектоскопия ответственных швов;
- просвечивание проникающими излучениями швов всех категорий;
- магнитная дефектоскопия;
- цветная или люминесцентная дефектоскопия сварных соединений, склонных к трещинообразованию;
- механические испытания прочности;
- металлографические исследования;
- испытание плотности металла шва керосином или воздухом;
- испытание плотности металла шва гелиевыми и галоидными течеискателями сварных соединений, работающих при вакуумной плотности;

гидравлические испытания плотности металла и прочности всех сварных соединений;

испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии для соединений из аустенитных сталей.

Могут быть использованы и другие методы, если они предусмотрены действующими Правилами контроля сварных соединений, техническими условиями на изготовление арматуры или требованиями рабочих чертежей. Результаты контроля сварных соединений фиксируются в соответствующих документах.

Для оценки качества сварных соединений установлено понятие контрольного сварного соединения. Контрольным считается сварное соединение, идентичное контролируемым производственным сварным соединениям: должны быть одинаковы марки стали соединяемых элементов, их толщина и диаметр, тип и конструкция соединения, форма разделки кромок. При контроле однотипных соединений толщина и диаметр контрольного сварного соединения должны соответствовать одному из типоразмеров сварных соединений. Технологический процесс выполнения контрольного сварного соединения должен соответствовать технологическому процессу, применяемому при изготовлении контролируемой арматуры или при соединении ее с трубопроводом. Должны применяться тот же способ сварки, в том же положении, те же сварочные материалы, той же марки и того же диаметра, при тех же режимах, с тем же подогревом, с той же термообработкой и т. п. Контрольные сварные соединения должны выполняться в тот же период времени, что и контролируемые ими производственные сварные соединения, тем же сварщиком, на том же оборудовании и по той же технологии, под наблюдением специально выделенных ответственных лиц — представителя ОТК, мастера или других специалистов.

Контрольные сварные соединения выполняются на специальных припусках или на приварных контрольных пластинах совместно со сваркой основного изделия либо отдельно от изделия, если совместное их изготовление невыполнимо. Качество сварного шва оценивается по результатам наиболее ответственной из предъявляемых контрольной пробой соединений. При обнаружении неисправных дефектов все производственные сварные соединения должны быть проверены в полном объеме тем же методом дефектоскопии, которым выявлены дефекты, за исключением случаев, когда производственные сварные соединения подвергаются 100-процентному контролю. Контрольное сварное соединение с дефектом бракуется и должно быть снова выполнено тем же сварщиком для повторного контроля.

Все сварные соединения должны иметь клеймение или иное условное обозначение, позволяющее установить фамилию сварщика, выполнившего это соединение. Система клеймения устанавливается соответствующей инструкцией.

Внешнему осмотру и измерению размеров шва подлежат основной металл и все швы по всей длине. При проверке выявляются поверхностные дефекты и отклонения от заданных размеров. Осмотр и измерение сварных соединений должны проводиться с обеих сторон шва, если они доступны для контроля. В целях обеспечения качественного контроля поверхность сварного шва или наплавки, а также прилегающие к нему в обе стороны от шва участки основного металла шириной не менее 20 мм до осмотра должны быть освобождены от шлака, брызг расплавленного металла и других загрязнений и зачищены. При осмотре и измерениях используется универсальный и специальный измерительный инструмент. Швы на трубопроводах I и II категорий осматривают с помощью лупы с девятикратным увеличением, на трубопроводах III и IV категорий — без нее. Выявляются внешние дефекты шва: трещины, прожоги, свищи, наплывы, незаваренные кратеры, непровары и т. п. Измеряют ширину, высоту усиления и катет сварочного шва и сравнивают их с требуемыми по техническим условиям, чертежам и другим материалам.

Рентгено- или гамма-дефектоскопия являются наиболее надежным методом контроля. При этом методе контроля с помощью рентгеновской установки или источника гамма-излучения просвечиваются стенки детали. Рентгеновская дефектоскопия может осуществляться двумя способами: диакопическим при помощи флюоресцирующего экрана и фотографическим — путем фиксации дефектов на высокочувствительной пленке. Рентгеновское излучение можно создать специальными рентгеновскими трубами или стационарной рентгеновской ус-

тановкой. Наибольшая толщина просвечиваемого металла в зависимости от применяемой установки может находиться в пределах от 80 до 200 мм. Рентгеновская дефектоскопия применяется главным образом в лабораториях, где легче создать условия, безопасные для работы обслуживающего персонала, чем в производственных помещениях.

Гамма-дефектоскопия может быть использована для контроля металла толщиной до 300 мм. С одной стороны помещают источник излучения (обычно кобальт-60), с другой стороны — сверхчувствительную пленку, которая засвечивается гамма-излучением, прошедшим через металл. На заснятых пленках газовые раковины в отливках выглядят в виде затемнений благодаря меньшей толщине слоя металла с четким очертанием контура, усадочные раковины — со слабо выраженным очертанием, трещины выглядят как интенсивные темные ломаные линии и т. д. Путем просвечивания проникающим излучением может быть выявлена ликвация металла. Ценным свойством гамма-дефектоскопии является возможность установления наличия дефектов в сварных швах и выявление их характера, непровар, трещина, газовая или шлаковая раковина.

Выполненные контрольные сварные соединения контролируются всеми методами неразрушающей дефектоскопии, предусмотренными для соответствующих сварных производственных соединений. Контроль осуществляется в полном объеме по всей длине шва. Как минимум должны быть выполнены внешний осмотр, просвечивание и ультразвуковая дефектоскопия.

Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений и наплавов основана на способности упругих колебаний отражаться от границы двух сред с различными физическими свойствами и выполняется в соответствии с ГОСТ 14782—69 и другими нормативными материалами. С помощью ультразвуковой дефектоскопии выявляются внутренние возможные дефекты сварного соединения: трещины, непровары, шлаковые включения, несплавление наплавленного слоя с основным металлом и т. п. Объем ультразвуковой дефектоскопии устанавливается Правилами [9] и может быть уменьшен по согласованию с проектной организацией, материаловедческой организацией, ответственной за выбор материала для данной конструкции, с местными органами Госгортехнадзора в случае серийного изготовления предприятием однотипных изделий при неизменном технологическом процессе, специализации сварщиков на отдельных видах работ и высоком качестве сварных соединений, подтвержденном результатами контроля за период не менее одного года. При ультразвуковой дефектоскопии о наличии дефектов судят по расположению, затуханию или скорости импульсных сигналов.

Для выполнения ультразвуковой дефектоскопии контактным методом швы должны быть обработаны механическим способом с шероховатостью поверхности не выше R_z 10. Для контроля могут быть использованы переносные дефектоскопы. Наибольшее распространение получили импульсные дефектоскопы, позволяющие обнаружить и определить координаты дефектов, являющихся нарушением сплошности, — трещин, раковин, расслоений, зон рыхлости на глубине от 1 до 2500 мм. Ультразвуковой дефектоскопией весьма успешно контролируются, например, концы патрубков литой арматуры.

Основными показателями эксплуатационных качеств дефектоскопа являются: чувствительность, т. е. минимальная площадь отражателя, расположенного на заданном расстоянии от точки ввода ультразвуковых колебаний и четко регистрируемого прибором; дальность действия, т. е. максимальное расстояние, на котором может быть четко обнаружен донный эхо-сигнал; разрешающая способность, т. е. минимальное расстояние между двумя дефектами или расстояние между дефектом и донной гранью изделия, при котором эхо-сигналы от них могут быть отмечены индикатором раздельно; размер «мертвой зоны», т. е. минимальная глубина залегания дефекта, при которой он может быть отмечен индикатором; точность определения координат обнаруживаемого дефекта. Перед проведением ультразвуковой дефектоскопии должны быть подготовлены основные данные о контролируемом объекте и предъявляемые требования, затем разработана основная методика контроля и выбраны параметры дефектоскопа. Настройка проводится по образцам, имеющим искусственные дефекты. Качество контролируемого материала оценивается в результате анализа осциллограмм.

Просвечивание проникающими излучениями производится в целях обнаружения внутренних дефектов шва: трещин, раковин, рыхлости, неспаров, шлаковых включений и т. п. Сварные соединения контролируются в соответствии с ГОСТ 7512—69 и другими нормативными материалами. Обязательному просвечиванию подлежат все сварные соединения из сталей различных классов. Должны также быть просвечены все места пересечений и сопряжений сварных соединений вне зависимости от их категории и класса стали соединяемых элементов. Проведение ультразвуковой дефектоскопии не исключает необходимости просвечивания проникающими излучениями, при этом просвечивание участков, подлежащих этому виду контроля, не засчитывается в регламентированные объемы контроля. Объем просвечивания устанавливается Правилами [9] и может быть уменьшен по согласованию с проектной организацией, материаловедческой организацией, ответственной за выбор материалов для данной конструкции, с местными органами Госгортехнадзора в случае серийного изготовления предприятием однотипных изделий при неизменном технологическом процессе, специализации сварщиков на отдельных видах работ и высоком качестве сварных соединений, подтвержденном результатами контроля за период не менее одного года.

Если просвечивание шва проникающими излучениями или ультразвуком, предусмотренными техническими условиями, невозможно, внешний осмотр и измерения сварного соединения производятся послойно в процессе выполнения технологического процесса сварки.

Результаты осмотра и измерений регистрируются в журнале ОТК.

Чувствительность рентгено- и гамма-дефектоскопии зависит от плотности и толщины просвечиваемого металла, местоположения и формы дефекта в детали и других факторов. Чувствительность рентгенографирования значительно выше гаммаграфирования, причем разница наиболее сильно проявляется при малых толщинах металла.

Рентгенографический контроль арматуры может быть организован на специально выделенном участке, снабженном соответствующими защитными устройствами, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией и т. п., либо в специальной рентгенографической камере. Рентгеновский контроль арматуры или отдельных ее частей на открытой площадке цеха допускается лишь как исключение и только в ночное время. Участок должен быть огражден и снабжен предупредительными аншлагами. Люди должны быть защищены специальными ширмами, барьерами, щитами и другими устройствами и находиться на безопасном расстоянии от рентгеновской установки. Доза излучения должна контролироваться рентгеновским дозиметром.

Магнитная дефектоскопия используется для контроля деталей и заготовок из ферромагнитных материалов (перлитных сталей, чугуна). Выявляются поверхностные и подповерхностные пороки, которые не могут быть обнаружены внешним осмотром. Существуют индукционный метод магнитной дефектоскопии и метод магнитных порошков, или магнитно-порошковая дефектоскопия.

Индукционный метод предназначен для выявления подповерхностных и открытых, выходящих на поверхность, пороков. Он заключается в намагничивании контролируемой детали электрическим током, после чего наблюдают за изменением электродвижущей силы в различных точках с помощью катушки искателя и контрольных приборов (гальванометров, сигнальных ламп).

Магнитно-порошковая дефектоскопия основана на обследовании магнитного сопротивления шва или металла цельной детали. При наличии дефектов искажается форма магнитного поля, создаваемая мелким порошком окиси железа (окалина Fe_2O_3 или крокус Fe_2O_3 , частично восстановленные при температуре 800°C). На деталь накладывают сверхчувствительную фотобумагу, на которую насыпают ровный тонкий слой порошка и помещают в поле сильного соленоида постоянного тока, порошок опрыскивают быстросохнущим прозрачным лаком (цпонлак и др.), затем бумагу освещают сильным светом и проявляют. На бумаге создается картина магнитного поля, на которой определяется наличие или отсутствие дефектов.

Люминесцентная дефектоскопия используется для выявления поверхностных дефектов, выходящих на наружную поверхность контролируемых деталей из сталей перлитного и аустенитного классов. Принцип основан на способности

люминесцентных растворов, обладающих высокой смачиваемостью, проникать в капиллярные трещины, рыхлости и другие дефекты. При освещении ультрафиолетовым светом люминесцентный состав, проникший в трещины, начинает светиться, обнаруживая форму и характер дефекта. Для проведения дефектоскопии поверхность металла должна быть очищена от загрязнений и подготовлена механической обработкой. На контролируемую поверхность наносят люминесцирующий раствор, который после 10—15-минутной выдержки смывают сильной струей воды. Поверхность высушивают струей теплого воздуха, но в капиллярных трещинах жидкость остается. Затем на поверхность наносят состав, хорошо адсорбирующий жидкость (порошок силикагеля), и люминесцентная жидкость из капилляров, выступая на поверхность, образует рисунок. Освещая в затемненном помещении или под палаткой ультрафиолетовым светом контролируемую поверхность, получают светящуюся картину распределения дефектов.

Цветная дефектоскопия отличается от люминесцентной только тем, что вместо люминесцентного состава используются цветные растворы, окрашенные красителем в яркий цвет (красный). Например, в качестве краски используют краску судан, а в качестве адсорбирующего состава — белила. Для выполнения цветной дефектоскопии готовят раствор следующего состава, %: керосин 65, трансформаторное масло 30, скипидар 5. В скипидар вводят краситель (судан III, II и I) из расчета 5—6 г на литр раствора. Промышленность выпускает готовые составы для цветной дефектоскопии. Раствор наносят на проверяемую поверхность кистью или деталь окунают в раствор, а затем после 5—10-минутной выдержки смывают сильной струей воды. Для приготовления адсорбирующего раствора разводят в воде каолин, добавляют сульфидол из расчета 10 г на литр воды. Этим составом покрывают проверяемую поверхность и просушивают теплым воздухом. Точное очертание дефекта появляется на каолиновом слое в виде цветного изображения.

Поверхностные дефекты могут быть обнаружены также визуально следующим способом. Поверхности сварного шва в местах выявления дефектов зачищают шлифовальными кругами и полируют до зеркального блеска, смачивают керосином и выдерживают в течение часа, а затем обрабатывают песком. Через полчаса после обработки поверхность осматривают, дефекты выявляют по керосиновым пятнам. Часто дефекты удается обнаружить на полированной поверхности без дополнительной обработки, в некоторых случаях применяют травление полированной поверхности.

Люминесцентная и цветная дефектоскопия относятся к вспомогательным средствам контроля и используются в основном для сталей, склонных к трещинообразованию. Проверяют 10% длины швов каждого типа с обязательной проверкой начального и конечного участков шва. Если будут обнаружены трещины, контролируются все 100% швов.

Механические испытания прочности сварных соединений производятся в соответствии с требованиями ГОСТ 6996—66. Механическим испытаниям подвергаются стыковые сварные соединения для проверки соответствия их прочностных и пластических свойств требованиям соответствующих стандартов. Основные положений по сварке ОП 1513—72 и технических условий на изготовление арматуры. Основные виды механических испытаний на растяжение, на статический изгиб или сплющивание и на ударную вязкость выполняются с использованием образцов, изготавливаемых из контрольных (или производственных) сварных соединений. Из каждого контрольного стыкового сварного соединения должны быть вырезаны:

- два образца для испытания растяжением;
- два образца для испытания на статический изгиб;
- три образца для испытания на ударную вязкость;
- два образца (шлифа) для металлографического исследования.

Из контрольных угловых и тавровых сварных соединений вырезаются только шлифы для металлографического исследования. Механические свойства антикоррозионной наплавки определяются по результатам испытаний наплавочных материалов, проводимых согласно требованиям технических условий на приемку аустенитных сварочных материалов, предназначенных для выполнения антикоррозионного покрытия.

Механические испытания сварных соединений труб диаметром менее 100 мм при толщине стенки менее 12 мм могут проводиться с использованием как отдельных образцов, так и цельных стыков со снятым усилением и удаленным градом. Испытания последних на статический изгиб заменяются испытанием на сплющивание. Достаточно испытания по одному контрольному стыку на сплющивание и растяжение. Металлографическое исследование в этом случае выполняется на специально свариваемых контрольных соединениях.

При испытаниях на статическое растяжение определяются следующие механические характеристики: условный предел текучести σ_t ; предел прочности σ_B ; относительное удлинение после разрыва δ . Испытывается наиболее слабый участок шва при нормальной и повышенной температурах.

Испытания на статический изгиб проводятся в соответствии с требованиями ПК 1514—72 или другой технической документации, в которой указывается браковочный признак. Изгиб производится до нормируемого угла, до параллельности сторон или путем сплющивания образца. При испытаниях на ударный изгиб определяется ударная вязкость различных участков сварного соединения и наплавленного металла шва и околошовной зоны. Испытания на изгиб проходят сварные соединения в соответствии с ГОСТ 6996—66. Диаметр оправки при загибе образца должен быть не менее двух толщин образца. Угол загиба для аустенитных сталей не менее 160° при толщине сварных деталей до 25 мм включительно и не менее 120° при толщине сварных деталей более 25 мм. Угол загиба для аустенитных сталей не менее 160° при толщине сварных деталей до 25 мм включительно и не менее 120° при толщине сварных деталей более 25 мм. Угол загиба для сварных соединений из углеродистой стали не менее 100° .

Твердость наплавки проверяется после окончательной термообработки. Контроль деталей с недоступными для замера твердости поверхностями выполняется на контрольных пробах. Детали с открытыми наплавленными поверхностями контролируются непосредственно, при этом твердость определяется на высоте рабочей поверхности наплавки по чертежу с припуском на окончательную механическую обработку не более 0,5 мм.

Определить химический состав стали с целью выявить наличие легирующих элементов можно стилоскопированием. Этот метод заключается в качественном спектральном анализе при помощи портативного стилоскопа, благодаря чему результат может быть получен быстро, так как продолжительность испытания составляет доли минуты. В заводских или монтажных условиях стилоскопирование целесообразно применять для проверки материала деталей, не имеющих сертификата или с нарушенной маркировкой; можно определить, например, изготовлены детали из легированной или углеродистой стали. Принцип действия стилоскопа заключается в следующем. Между электродом из меди, угля или чистого железа и деталью возбуждается электрический разряд. Световые лучи,

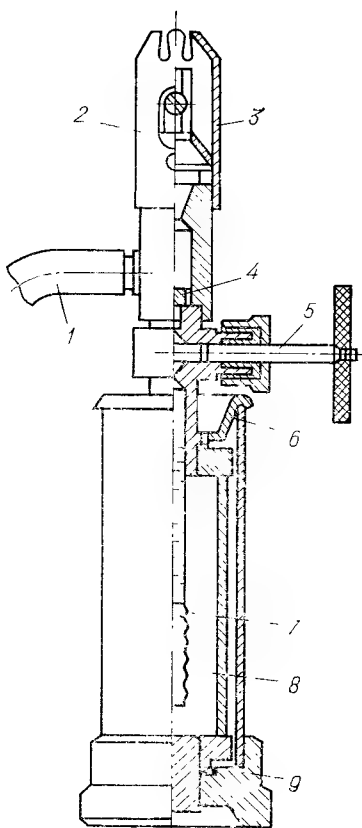


Рис. 4.6. Устройство галоидной горелки:

1 — резиновый шланг; 2 — головка; 3 — медный колпачок; 4 — капсюль; 5 — вентиль; 6 — чашечка; 7 — фитиль; 8 — корпус; 9 — основание лампы.

создаваемые при разряде, оптической системой линз и зеркал разлагаются в линейчатый спектр. По наличию и яркости линий легирующих металлов в спектре определяется химический состав стали.

Для обнаружения места протечки в герметичных соединениях или через дефекты металла могут применяться галоидные спиртовые лампы или электронные течеискатели. В галоидной горелке использована способность хладона (фреона) в присутствии раскаленной меди окрашивать бесцветное пламя спирта в зеленый, синий или голубой цвет в зависимости от количества фреона, попадающего на раскаленную медь. Галоидная горелка (рис. 4.6) состоит из небольшого цилиндрического корпуса 8 и горелки, закрепленной сверху корпуса и состоящей из капсюля 4 и медного колпачка 3, головки 2 и вентиля 5. К горелке присоединен резиновый шланг 1 длиной 300 мм. Перед началом проверки соединений установки на утечку фреона разжигают лампу. Для этого в чашечку 6 наливают немного спирта, закрывают вентиль и зажигают спирт. Когда горелка разогреется, немного открывают вентиль и поджигают пар спирта, выходящий из капсюля. Спирт горит бесцветным пламенем. При устойчивом горении свободный конец резинового шланга подводят к местам проверяемого изделия, заполненного хладоном (фреоном), где может быть утечка. Так как воздух для горения пара спирта подсасывается через резиновый шланг, то вместе с ним, если есть небольшая утечка, хладон попадает в пламя и последнее окрашивается в зеленый цвет, а при большой утечке — в синий или голубой. При проверке герметичности галоидной лампой в помещении должна быть включена вентиляция. В электронном галоидном течеискателе ГТИ-2 (рис. 4.7) количество утекающего хладона показывает стрелка прибора.

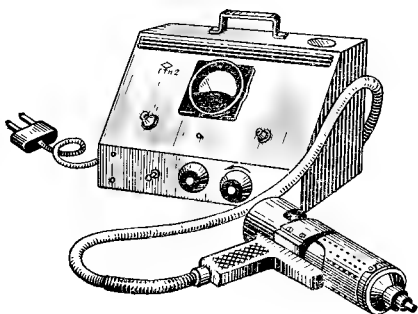


Рис. 4.7. Электронный галоидный течеискатель ГТИ-2.

Испытание целостности металла шва воздухом также доступно и легко осуществимо. Благодаря хорошей проницаемости воздух легко проходит через сквозные трещины, непровары, рыхлости и другие дефекты уже при давлении 0,02—0,03 МПа. Испытываемую деталь (или изделие) заполняют воздухом низкого давления, а на контролируемые места снаружи наносят кистью мыльный раствор. Проходящий через сквозной дефект воздух образует на наружной поверхности мыльные пузыри, места образования которых отмечают краской. После снятия давления и выпуска воздуха дефекты устраняют.

Испытание целостности металла шва сварных соединений, работающих под вакуумом, гелиевыми течеискателями осуществляется с применением специальной аппаратуры. Принцип этого метода заключается в том, что в газах, окружающих испытываемую арматуру, с помощью масс-спектрометра обнаруживается гелий, используемый для испытания как газ, обладающий наивысшей проникающей способностью. При контроле используются течеискатели ГТИ. Установка снабжена устройством, создающим звуковой сигнал при обнаружении течи, после чего можно проводить наблюдение по стрелке прибора.

Сварные швы, подлежащие контролю, необходимо тщательно подготовить, очистить от загрязнений и влаги. С этой целью полости соединений арматуры с трубопроводом промывают струей чистой воды, протирают полотенцами, продувают сухим и горячим воздухом (или азотом). Применяются также пропаривание перегретым паром и последующая продувка воздухом. После остывания полости арматуры протирают спиртом-ректификатом, а затем вакуумируют, чтобы полностью осушить.

Применяются два метода испытания целостности шва гелиевыми течеискателями — обдувкой гелием и созданием избыточного давления. Испытание обдувкой выполняется следующим образом. В арматуре создается вакуум до остаточного давления 0,5 Па, и ее внутренняя полость присоединяется к течеискателю. Наружные контролируемые поверхности обдуваются гелием. При попада-

нии под струю места со сквозным дефектом гелий проникает во внутреннюю полость, и течеискатель подает сигнал. На испытание обдувкой затрачивается много времени, но оно позволяет выявить дефектные места.

При испытании избыточным давлением контролируемое соединение арматуры с трубопроводом помещают в вакуумную камеру или под колпак, создают в ней вакуум до остаточного давления 30—50 Па и заполняют гелием. Затем в камере создают вакуум. После выдержки 5—10 мин измеряют течеискателем возможную протечку гелия из арматуры в камеру через дефект соединения. Так как при этом методе место дефекта не выявляется, то в случае протечки место нахождения дефекта определяется способом обдувки.

Испытание избыточным давлением можно выполнять и без применения камеры. В этом случае арматура, заполненная гелием, снаружи проверяется щупом, соединенным с гелиевым течеискателем.

Гидравлическое испытание целостности швов и прочности соединения арматуры проводится в собранном виде. Помимо этого гидравлическому (или пневматическому) испытанию подвергается арматура после установки ее на трубопроводе при испытании всей системы или контура. При гидравлическом испытании в полости детали или конструкции создается пробное давление, под действием которого вода просачивается через рыхлости, трещины, непровар и т. п. Наружным осмотром определяют место течи, потение и другие проявления возможных дефектов сварки.

Сварные соединения или наплавка арматуры из сталей аустенитного класса испытываются на стойкость против межкристаллитной коррозии. Необходимость и метод испытаний устанавливаются техническими условиями на изготовление арматуры и указаниями рабочих чертежей. Испытания и оценка качества проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 6032—58. Испытания выполняются по методу АМ с дополнительным провоцирующим нагревом (в случае термообработки шва или наплавки) или без него.

Если проводились опытные наплавки применяемых аустенитных материалов и пробы подвергались термообработкам не меньше, чем штатное изделие в процессе изготовления с учетом дополнительной термообработки в случае ремонта сварных швов, то сертификационные данные испытаний, выполненных в соответствии с техническими условиями на приемку аустенитных сварочных материалов, считаются достаточными и дополнительные испытания не требуются.

Качество сварного шва и наплавки считается удовлетворительным, если при изгибе или сплющивании после кипячения в химическом реактиве на поверхности образцов отсутствуют трещины или надрывы межкристаллитного характера.

4.6. МОНТАЖ АРМАТУРЫ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Основные правила монтажа распространяются на всю арматуру, но при выполнении монтажных работ необходимо учитывать и особенности различных видов и типов арматуры, их назначение и предъявляемые к ним требования.

Монтаж вентилей. Перед монтажом с вентилей снимают транспортные заглушки, установленные на патрубках. Запорные вентили, как правило, могут устанавливаться в любом рабочем положении. Для обеспечения гарантированного герметичного перекрытия трубопровода устанавливают последовательно два запорных вентили или две задвижки. В таком случае рекомендуется устанавливать вентили с разворотом, как показано на рис. 4.8. Такая компоновка позволяет сократить монтажную длину комплекта и обеспечивает возможность размещения достаточно больших маховиков, создает удобства при управлении вентилями и возможность приложения достаточного усилия при закрывании или открывании арматуры.

К монтажу допускаются вентили, прошедшие входной контроль. После завершения монтажных работ проверяется подвижность шпинделя двукратным перемещением его на всю длину хода вращения маховика. При заеданиях или чрезмерно больших усилиях на маховике должны быть проверены ходовая резьба и поверхность шпинделя под сальник на отсутствие забоин, коррозии и других дефектов. Вентили с электроприводом проверяются на безотказную

работу электропривода. Концы трубопровода, между которыми устанавливается вентиль, должны быть закреплены на опорах так, чтобы усилие от веса или прогиба трубопровода не передавалось на арматуру. Трубопровод должен иметь тепловой компенсатор. В тех случаях, где это предусмотрено технической документацией, должно быть обязательно дополнительное крепление вентиля, причем за те места, которые указаны на чертеже.

На АЭС устанавливается большое число запорных вентилях малого диаметра в связи с требованиями, предусмотренными Правилами [9] для опорожнения или продувки трубопроводов. В нижних точках каждого отключаемого задвиж-

ками участка трубопровода должны предусматриваться спускные штуцеры, которые снабжены запорной арматурой, для опорожнения или продувки трубопровода. Для отвода воздуха в верхних точках трубопроводов должны быть установлены воздушники. Трубопроводы или штуцеры для отвода воздуха из первого контура и его вспомогательных систем должны быть снабжены двумя вентилями — дроссельным и запорным. Допускается объединение штуцеров отвода воздуха в общий трубопровод после дроссельных вентилях с установкой на нем запорного вентиля. Все участки паропроводов, которые могут быть отключены запорными органами, для возможности прогрева и продувки их должны быть снабжены в концевых точках штуцером с вентилем, а при давлении свыше 2,2 МПа и на паропроводах, входящих в первый контур, независимо от давления — штуцером с двумя последовательно расположенными вентилями — запорным и дроссельным.

Паропроводы, рассчитанные на условное давление 20 МПа и выше, должны обеспечиваться штуцерами с последовательно расположенными запорным и регули-

рующим вентилями и дроссельной шайбой. В случае прогрева участка паропровода в обоих направлениях продувка должна быть предусмотрена с обоих концов участка. Устройство дренажных линий трубопровода должно предусматривать возможность контроля за их работой во время прогрева трубопровода.

Дренажные устройства используются как основные средства обеспечения безопасной работы при ремонте трубопровода. Прежде чем приступить к ремонту участка трубопровода, открываются все дренажные устройства, что обеспечивает отсутствие среды и давления в проверяемом участке. В случае недостаточно герметичного отключения участка дренажные устройства дают возможность определить поступление среды по ее стоку или по нагреву дренажного трубопровода, если среда имеет высокую температуру. На паропроводах низкого и среднего давления для отделения конденсата устанавливаются водоотделители, в которых конденсат (вода) отделяется от пара и направляется в конденсатоотводчик, а затем в дренажную систему. Водоотделители представляют собой устройства с резкими поворотами в проточной части, в которых в результате действия центробежной силы, силы тяжести и ударов частиц воды о стенки из пароводной смеси выделяется вода.

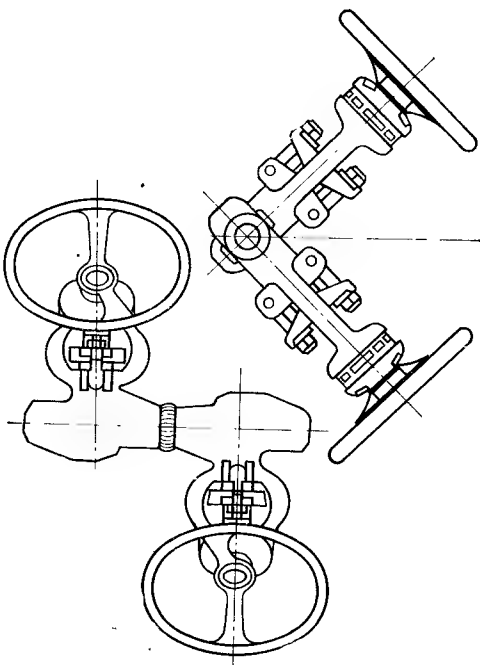


Рис. 4.8. Установка двух рядом стоящих вентилях с разворотом.

На верхних точках участков трубопроводов для воды устанавливаются воздушники — запорные вентили малых диаметров прохода для выпуска воздуха и газов. Управление воздушником может осуществляться вручную — вращением маховика, с помощью электропривода или при помощи электромагнитного привода (электромагнитные вентили).

Монтаж задвижек. К монтажу допускаются только изделия, качество которых не вызывает сомнений. Перед монтажом удаляются транспортные заглушки. Положение задвижек на трубопроводе должно строго соответствовать предусмотренному проектом, в котором необходимо учитывать особенности конструкции арматуры.

Корпус задвижки, особенно задвижки большого диаметра прохода для малых давлений, не обладает значительной жесткостью и может деформироваться под действием внешних усилий и внутреннего давления. Чтобы не произошло чрезмерной деформации корпуса при монтаже (без применения сварки), фланцевые задвижки монтируются в закрытом положении. Этим арматура предохраняется и от попадания грязи на уплотнительные кольца, и от возможности того, что клин при закрывании не дойдет до установленного положения. У задвижек на линии трубопровода устанавливаются тепловые компенсаторы, а концы трубопровода, между которыми устанавливается задвижка, должны иметь опоры, чтобы усилия от веса и изгиба трубопровода не передавались на арматуру.

После окончания монтажа проверяется подвижность шпинделя путем двукратного подъема и опускания затвора на полный ход. Задвижки с электроприводом проверяются на управление с помощью электропривода и на срабатывание муфты ограничения крутящего момента. Проверяются также работа пульта управления и сигнализационных ламп.

Монтаж регулирующих клапанов. После удаления транспортных заглушек проверяется соответствие типа и размер регулирующего клапана данным проекта, его подготовленность к монтажу — подвижность штока, комплектность, наличие дополнительных блоков, которыми должен быть оснащен регулирующий клапан. Наиболее часто регулирующие клапаны устанавливаются на трубопроводе узлом управления вверх, но многие конструкции допускают установку в любом рабочем положении.

Направление подачи рабочей среды в регулирующих клапанах должно строго соответствовать стрелке на корпусе или указаниям в технической документации, так как в противном случае могут значительно изменяться гидравлическая пропускная характеристика и пропускная способность клапанов. В случае неправильной подачи среды к регуляторам они могут вообще потерять работоспособность. Перед монтажом с проходных фланцев осторожно снимают транспортные заглушки и уплотнительные поверхности фланцев очищают от консервационной смазки. Внутренние полости продувают сжатым воздухом.

Регулирующую арматуру, как правило, следует монтировать преимущественно на участках трубопроводов с установившемся режимом, т. е. не рекомендуется устанавливать их непосредственно перед или за местными гидравлическими сопротивлениями (запорной арматурой, коленами, поворотами, тройниками и т. п.), распределителями, насосами, а также непосредственно перед местом потребления. В качестве запорной арматуры регулиющую, как правило, использовать не рекомендуется, за исключением запорно-регулирующих вентилей. В случае необходимости герметичного отсечения системы со стороны входа следует устанавливать запорную арматуру. В тех случаях, когда D_y трубопровода не совпадает с D_y арматуры, регулирующая арматура с трубопроводами до и после нее должна соединяться коническими переходниками с максимально допустимым углом конусности не более 30° .

Длина прямых участков до регулирующей арматуры и после нее должна составлять не менее $5D_y$ на входе и $10-15D_y$ на выходе из клапана. Чем меньшую долю составляет гидравлическое сопротивление трубопроводов от гидравлического сопротивления клапана, тем большая точность поддержания регулируемого параметра достигается клапаном [3]. Концы трубопровода, между которыми устанавливается клапан, должны иметь опоры, чтобы усилия от веса или прогиба трубопровода не передавались на болты фланцевого соединения клапана с трубопроводом. Трубопровод должен иметь тепловой компенсатор, исключающий передачу тепловых деформаций трубопроводов на арматуру. Кла-

паны должны устанавливаться на местах, доступных для осмотра, технического ухода и регулировки. По окончании основных монтажных работ полностью собранный регулирующий клапан должен быть приведен в рабочее состояние и проверен на легкость и плавность хода.

Монтаж предохранительных клапанов. Предохранительные клапаны, как правило, должны устанавливаться вертикально, узлом подрыва вверх, за исключением случаев, специально оговоренных в технической документации, возможно ближе к защищаемому ими объекту на прямом участке трубопровода. При этом максимально допустимое расстояние от места их размещения до защищаемого объекта определяется гидродинамическим расчетом. Особенно важно это выполнять на трубопроводах длиной более 1000 мм. Не допускается установка запорных органов между предохранительным клапаном и защищаемым им сосудом или трубопроводом. Допускается установка трехходового переключающего устройства между предохранительными клапанами и сосудами при условии, что в любом положении этого переключающего устройства один или оба предохранительных клапана будут соединены с сосудом, при этом каждый из предохранительных клапанов должен иметь пропускную способность, предусмотренную Правилами [9, 10].

При установке на одном трубопроводе нескольких предохранительных клапанов площадь поперечного сечения этого трубопровода должна быть не менее 1,25 суммарной площади сечения входных патрубков всех установленных на нем клапанов. Отбор рабочей среды на участках трубопровода от защищаемого объекта до предохранительного клапана не допускается.

Клапаны прямого действия с дублирующим ручным подрывом должны устанавливаться в местах, где обеспечивается доступ к узлу ручного подрыва.

На компенсаторах объема, барабанах-сепараторах и других сосудах первого контура должны устанавливаться только импульсно-предохранительные устройства. При этом импульсный клапан должен быть прямого действия диаметром не менее 15 мм и снабжен электромагнитным приводом на открывание и закрывание. В остальных случаях допускается применение предохранительных клапанов прямого действия диаметром не менее 20 мм.

Главные предохранительные клапаны должны устанавливаться в строгом соответствии с указаниями в технической документации. При вертикальной установке отклонение оси клапана от вертикали допускается в пределах не более 0,3 мм на 100 мм высоты клапана. Импульсные клапаны с электромагнитами должны устанавливаться на специальных каркасах, крепящихся к фундаментам. Шток импульсного клапана должен быть установлен вертикально в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Электромагниты устанавливаются на каркасе строго вертикально, при этом их оси должны находиться в одной плоскости с осью штока и рычага. Движение сердечников должно быть свободным. Рычаг с подвешенным грузом не должен иметь перекосов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Соединение сердечников магнитов с рычагом должно исключать перекосы при перемещении рычага включением магнитов. Перемещение сердечников электромагнитов должно быть плавным. Не допускается установка электромагнитов в местах, где он может подвергаться вибрации и толчкам.

Параметры окружающего воздуха в зоне электромагнита по температуре и влажности не должны выходить за пределы, указанные в технической документации на импульсные клапаны. В случае превышения допускаемой температуры в зоне электромагнитов должен быть предусмотрен обдув, исключающий перегрев обмотки магнита.

В электрическую схему управления импульсно-предохранительными устройствами входят электроконтактные манометры (ЭКМ). Импульсы на ЭКМ должны отбираться непосредственно с того объекта, который предохраняет главный предохранительный клапан, при этом точки взятия импульса на ЭКМ и импульсный клапан должны быть выбраны таким образом, чтобы при срабатывании главного клапана возмущение среды не сказывалось на работе ЭКМ и импульсного клапана. Температура в зоне установки ЭКМ не должна превышать 60° С. Между трубопроводом и ЭКМ, как правило, устанавливается запорный вентиль, который в процессе работы должен быть открыт и опломбирован. Трубопроводы, соединяющие импульсный клапан с защищаемым объектом и с главным клапаном, должны быть минимальной длины и иметь минимальное гидравлическое

сопротивление. Увеличение длины импульсных линий и их гидравлического сопротивления приводят к увеличению времени срабатывания ИПУ, а также повышению давления срабатывания вследствие потери давления в линии до импульсного клапана [8].

В целях уменьшения времени срабатывания ИПУ все импульсные линии, а также поршневая полость главного клапана должны быть теплоизолированы, чтобы исключить процесс конденсации пара в поршневой полости главного клапана при срабатывании импульсного клапана [8].

Серьезное внимание следует уделять монтажу главных клапанов. При срабатывании клапана в связи со значительной массой и высокими (критическими) скоростями истечения сбрасываемой среды возникают большие реактивные силы, действующие на клапан, поэтому корпус клапана необходимо надежно крепить к специальной опоре, которая должна воспринимать реактивные усилия при сбросе. При монтаже главного клапана запрещается подтяжка концов трубопроводов к патрубкам клапана. Концы трубопроводов должны быть зафиксированы, необходимо обеспечить их центрирование с патрубками клапана.

Учитывая высокие требования по герметичности и незначительные контактные давления на затворах предохранительных клапанов, при сварке патрубков с трубопроводами должны приниматься все необходимые меры, исключающие попадание окалины и сварочного грата внутрь трубопровода и клапана.

К выхлопной трубе, установленной за главным клапаном, также предъявляется целый ряд требований: надежное крепление к опоре с учетом действия реактивных сил; отсутствие внутренних напряжений в соединении выхлопной трубы с выхлопным патрубком, недопустимость установки запорной арматуры на всей выхлопной линии, наличие устройств для удаления скапливающегося конденсата и влаги.

Рабочая среда, сбрасываемая предохранительным клапаном, должна отводиться в безопасное место, выброс радиоактивной воды в атмосферу не допускается. Выхлопные трубы должны иметь достаточное сечение, не меньше сечения выхлопного патрубка клапана, и минимальное гидравлическое сопротивление. Гидравлическое сопротивление выхлопной трубы и постоянное противодействие за клапаном должны учитываться в расчете пропускной способности при выборе клапана.

В местах установки главных клапанов необходимо предусматривать площадки для настройки, обслуживания и ремонта.

Системы должны быть тщательно промыты и продуты после окончания монтажа, при этом золотники клапанов демонтируются. После тщательной промывки и продувки устанавливаются золотники, клапаны настраиваются на заданные давления срабатывания, проверяется их работоспособность. Работоспособность импульсно-предохранительных устройств проверяется как в автоматическом режиме, так и от электромагнитов по сигналам от электроконтактных манометров.

Отрегулированные и настроенные предохранительные клапаны должны быть опломбированы.

Монтаж электроприводов. Рабочее положение электропривода может быть различным — вертикальным или горизонтальным. Он может быть установлен непосредственно на арматуре или смонтирован отдельно и соединен передачей с арматурой, в последнем случае его устанавливают на полу, колонке или кронштейне. При дистанционном (с помощью штоков) управлении арматурой, расположенной над электроприводом, устанавливается дополнительный редуктор. На рис. 4.9 показаны некоторые из возможных схем установки электроприводов. Корпус электропривода должен быть надежно заземлен. Следует также учитывать, что температура при эксплуатации электроприводов не должна превышать 40° С, а специальных приводов, рассчитанных для работы в герметичной зоне, 60° С. Перед пуском в эксплуатацию необходимо проверить наличие смазки в редукторе и на всех трущихся поверхностях. До монтажа электроприводы должны храниться в упаковке завода-изготовителя в помещении складского типа.

Если электропривод доставлен в собранном виде вместе с арматурой, никакой регулировки при монтаже на месте не требуется, так как электроприводная арматура выпускается заводами отрегулированной. По окончании монтажа тре-

буется только проверка и доводка. Если электропривод и арматура поступили отдельно, необходимо собрать их до установки на трубопроводе и маховиком вручную проверить соответствие крайних положений затвора показаниям местного указателя. До подключения проводов к электроприводу следует тщательно

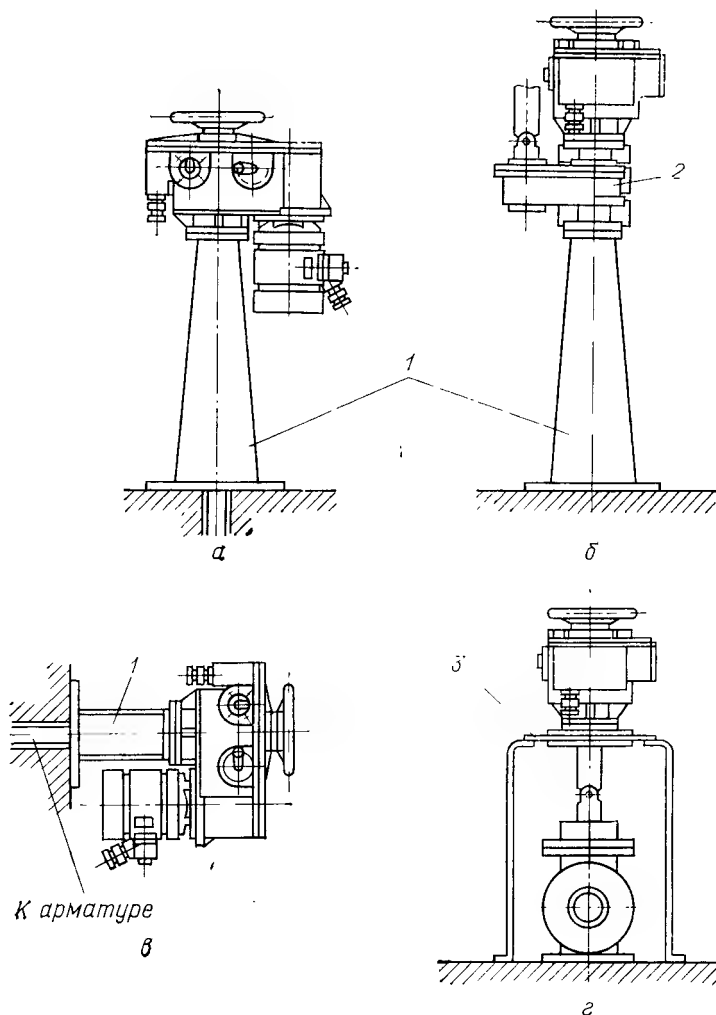


Рис. 4.9. Схемы установки электроприводов:

а — на колонке; *б* — на колонке с редуктором для передачи движения на арматуру вверх; *в* — на настенной колонке; *г* — на вентиле; 1 — колонка; 2 — редуктор; 3 — фланец.

проверить по электрической схеме монтаж электрической части управления, измерить изоляцию токоведущих частей и убедиться в соответствии их состояния действующим нормам.

Работа установленного электропривода вначале проверяется вручную. С этой целью электропривод приводится в положение управления вручную, затем подается напряжение на цепь управления, и с помощью маховика производится полное открытие и закрытие арматуры с одновременным наблюдением за работой

сигнальных ламп. Сняв крышку выключателей муфты, следует оттянуть рычаг, нажимающий на кнопку выключателя, при этом должна загореться лампа Н2. Если все проверки подтвердили исправность электропривода, можно подключить силовую кабель к электродвигателю и проверить правильность включения фаз. С этой целью затвор арматуры предварительно вручную переводится в примерно среднее положение, затем переключают рукоятку в положение электрического управления и подключают кабель к двигателю. Нажав пусковую кнопку открытия, наблюдают за стрелкой указателя: если она пойдет на открывание — двигатель подключен правильно. Если стрелка указателя пойдет на закрывание, следует немедленно нажать кнопку «Стоп» и поменять местами две фазы.

После подключения двигателя к сети производится несколько контрольных запусков на открывание и закрывание арматуры и проверяется отключение двигателя при нажатии кнопки «Стоп», а также при оттяжке рычагов выключателей. Проверку установленного на месте электропривода на этом можно считать законченной. При дистанционном управлении проверка и наладка работы электропривода выполняются с использованием телефонной (временной) связи пульта управления с местом установки электропривода.

Когда электропривод поступил отдельно от арматуры и подлежит установке на арматуру, с которой он не был собран, необходимо отрегулировать путевые выключатели и настроить пружины на требуемый крутящий момент. В этом случае распакованный электропривод необходимо тщательно осмотреть в целях обнаружения повреждений и загрязнений, все загрязненные места тщательно очистить и продуть воздухом. Противокоррозионную смазку, примененную для консервации деталей привода, удаляют чистой ветошью, смоченной в уайт-спирите.

Перед монтажом электропривода проверяются состояние электропривода и технической документации, работа электропривода от маховика, целостность оболочки, наличие всех крепежных деталей (болтов, гаек, шайб и др.), наличие средств уплотнения (для кабеля, проводов, крышек), знак взрывозащиты, наличие предупреждающих надписей («Открывать, отключив от сети»), наличие заземления и пломбирующих устройств, заглушек в неиспользованных вводных устройствах и надежность их крепления. Проверяется состояние поверхностей деталей, подвергнутых разборке (царапины, трещины, раковины не допускаются), возобновляется антикоррозионная смазка.

При монтаже электропривода на арматуру необходимо предусмотреть возможность свободного доступа к нему при управлении маховиком, регулировке коробки путевых выключателей и узла выключения муфты, при поворачивании специального ключом гайки муфты крутящего момента, при монтаже проводки к электродвигателю и к коробке путевых и моментных выключателей.

Рекомендуется электропривод монтировать на арматуру в следующем порядке. Электропривод устанавливается на арматуру и закрепляется на ней гайками, под которые предварительно подкладываются пружинные шайбы. Все места трения с помощью пресс-масленок смазываются густой смазкой ЦИАТИМ-201. После установки на электроприводе коробки путевых выключателей и закрепления ее гайками перед настройкой следует ослабить крепления всех кулачков коробки до свободного проворачивания их на оси. Зуб приводного валика коробки должен быть правильно сцеплен с валиком привода в крышке привода.

Детали с резьбовыми соединениями должны быть завинчены на всю длину резьбы и застопорены. Затяжка болтов должна быть равномерной. Съемные детали (крышки и т. п.) должны плотно прилегать к корпусу.

Максимальный диаметр кабеля должен быть на 1—2 мм меньше диаметра проходного отверстия в корпусе вводного устройства и диаметра проходного отверстия в нажимном фланце (гайке), а разность между диаметром расточки в корпусе вводного устройства для уплотнительного кольца и наружным диаметром этого кольца не должна превышать 0,5 мм. Уплотнение кабеля должно быть выполнено самым тщательным образом, так как от этого зависит непроницаемость вводного устройства. Применение уплотнительных колец, изготовленных на месте монтажа с отступлениями от рабочих чертежей завода-изготовителя, не допускается.

Изделие должно быть заземлено с помощью внутреннего и наружного заземляющих зажимов. Место соединения наружного заземляющего проводника следует тщательно зачистить, а после присоединения нанести слой консистентной смазки для предохранения от коррозии.

Сместившиеся при монтаже крышки и другие детали должны быть установлены на место, при этом необходимо обратить внимание на наличие крепежных деталей и их затяжку. Монтаж электрической части должен быть выполнен по принятой схеме управления.

После монтажа и настройки электроприводов проверяются: сопротивление изоляции, работоспособность электропривода при управлении маховиком вручную и работоспособность при управлении электродвигателем, настройка электропривода на открывание и закрывание и четкость срабатывания муфт ограничения крутящего момента и сигнализации. Для этого необходимо электродвигателем произвести 4—6 циклов «открыто—закрыто». Сопротивление заземления не должно превышать 4,0 Ом.

Комплектно с арматурой поставляются оборудование дистанционного управления, в которое входят детали механического привода — редукторы, валы, шестерни, шарнирные муфты и др. Дистанционное управление может осуществляться от колонкового электропривода (рис. 4.10) или с использованием колонки ручного дистанционного управления. Различные схемы ручного дистанционного управления арматурой приведены на рис. 4.11.

Перед установкой в рабочее положение все узлы и детали должны быть очищены от консервационной смазки, пыли и грязи и промыты керосином. Производится внешний осмотр, контроль размеров и проверка соответствия их технической документации. Наиболее тщательно должны проверяться шестерни, шарнирные муфты, подшипники, электрооборудование. Дистанционное управление должно быть установлено, так чтобы закрывание арматуры

Рис. 4.10. Схема компоновки задвижки с колонковым электроприводом:

1 — маховик для ручного управления; 2 — редуктор; 3 — задвижка; 4 — шарнирные тяги; 5 — электродвигатель; 6 — колонка; 7 — пусковое устройство с кнопочным управлением.

происходило при вращении маховика колонки ручного управления по часовой стрелке. Монтаж электрооборудования производится электромонтажной организацией после соответствующей ревизии. По окончании монтажа на маховики приводов наносятся несмываемой краской указатели направления вращения маховика при открывании и закрывании арматуры, которые указываются соответствующими буквами «О» и «З» («Открыто» и «Закрыто»).

Колонки дистанционного управления должны быть прочно прикреплены анкерными болтами к перекрытиям здания или к площадкам. Угол между штангами привода не должен превышать 30° во избежание увеличения усилий, необходимых для управления арматурой. Для компенсации тепловых расширений штанг необходимо предусмотреть возможность свободного перемещения конца штанги. С этой целью между торцом штанги и выступом шарнира предусматривается расстояние 30—60 мм (рис. 4.12). По окончании монтажа дистанционного управления проверяется его работоспособность путем трехкратного открывания

и закрывания арматуры, при этом штанги и шарниры при вращении не должны задевать за строительные конструкции или оборудование.

Монтаж конденсатоотводчиков. Для нормального выполнения своих функций — отвода конденсата из теплопотребляющих аппаратов — конденсатоотводчики должны быть правильно смонтированы: в требуемом положении с учетом нормального движения конденсата. Перед монтажом следует установить соответствие конденсатоотводчика, представленного для монтажа, технической документации на выполнение монтажных работ и определить стороны поступления и выпуска конденсата.

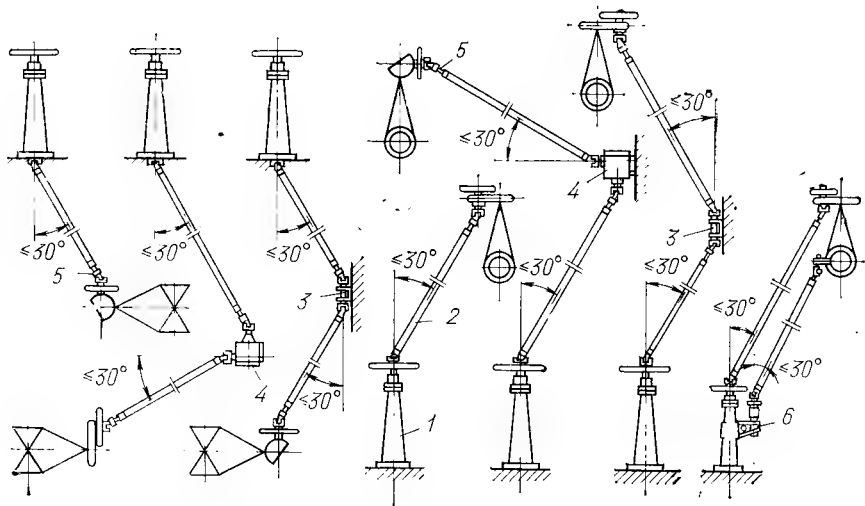


Рис. 4.11. Схемы ручного дистанционного управления арматурой:

1 — колонковый привод; 2 — штанга привода; 3 — шарнирный узел; 4 — коробка перемены направления вращения; 5 — шарнирная муфта; 6 — двойной колонковый привод.

Различные конструкции конденсатоотводчиков требуют соблюдения различных правил их установки. Основные схемы установки конденсатоотводчиков приведены на рис. 4.13. Для отвода охлажденного конденсата поплавковыми конденсатоотводчиками могут быть использованы только конструкции, которые работают как регуляторы уровня. Эти конденсатоотводчики устанавливаются на такой высоте по отношению к теплопотребляющему аппарату, при которой поддерживается необходимый уровень конденсата в аппарате и обеспечивается достаточное охлаждение конденсата. Корпус конденсатоотводчика в этом случае соединяется как с конденсатным, так и с паровым пространством теплопотребляющего аппарата. Если отводится неохлажденный конденсат, конденсатоотводчик устанавливается ниже конденсационного патрубка теплопотребляющего аппарата для движения конденсата самотеком. Конденсатоотводчик с аппаратом соединяется вертикальным трубопроводом или наклонным не менее 1 : 10 в сторону конденсатоотводчика. Этот трубопровод служит одновременно газовой оттяжкой, поэтому должен иметь достаточный диаметр, чтобы его сечение работало неполно, и в нем не должно быть изгибов, где бы могли создаваться паровые или воздушные подушки. По возможности конденсатоотводчик следует располагать близко к обслуживаемому им аппарату.

Если конденсат из конденсатоотводчика отводится в емкость, расположенную выше его, или в магистраль, находящуюся под давлением, за конденсатоотводчиком устанавливается обратный клапан во избежание обратного потока.

Когда несколько аппаратов работает в одинаковом режиме, конденсат от них может поступать в общий коллектор, а затем в конденсатоотводчик. Перед коллектором, на каждом конденсатопроводе устанавливается обратный клапан. Од-

нако в связи с колебаниями давления в аппаратах для обеспечения надежной работы лучше для каждого аппарата установить отдельный конденсатоотводчик. Конденсатоотводчики, как правило, снабжаются наружными обводами с запорным устройством. Для выпуска конденсата используются также дренажные устройства со спускной арматурой в низших точках трубопровода. Отвод конденсата из газопроводов низкого давления ($p_p \leq 0,02$ МПа) в зависимости от химического состава конденсата производится через гидравлические затворы в промышленную канализацию или в периодически опорожняемые закрытые емкости.

Конденсатоотводчики должны быть размещены там, где для них не существует опасности замерзания конденсата. Все устройства для отвода конденсата должны быть надежно защищены от замерзания скапливающегося в них конденсата тепловой изоляцией или обогревом.

Поплавковые конденсатоотводчики должны устанавливаться при строго вертикальном положении корпуса, что наиболее важно для конденсатоотводчиков с открытым поплавком. При установке корпуса с перекосом поплавки перемещаются под углом к направляющим осям поворота и линии движения рычагов, что приводит к усиленному и неравномерному изнашиванию деталей.

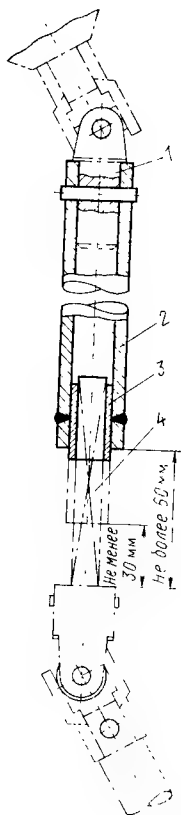


Рис. 4.12. Монтаж штанг дистанционного управления:

1 — палец; 2 — труба; 3 — втулка; 4 — хвостовик шарнира.

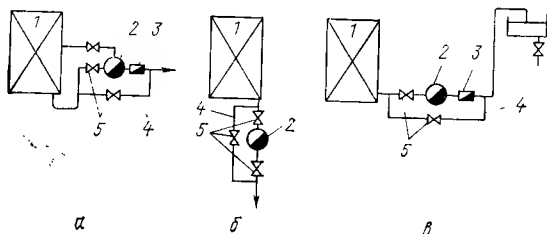


Рис. 4.13. Основные схемы установки конденсатоотводчиков:

а — отвод охлажденного конденсата; б, в — отвод неохлажденного конденсата; 1 — теплопотребляющий аппарат; 2 — конденсатоотводчик; 3 — обратный клапан; 4 — обводная линия; 5 — запорные вентили.

Конденсатоотводчики должны устанавливаться на фундаменте или на жесткой опоре. Конденсатоотводчики малых размеров (муфтовые) закрепляются непосредственно на трубопроводе.

После выполнения монтажных работ производится опробование действия конденсатоотводчика и испытание его работоспособности. По окончании наладки и опробования конденсатоотводчик сдается в эксплуатацию с составлением акта сдачи—приемки.

4.7. ПРЕДПУСКОВАЯ НАЛАДКА АРМАТУРЫ

Завершающей стадией монтажа арматуры является наладка и регулировка арматуры для проверки ее работоспособности и настройки на требуемый режим работы. При проведении пусконаладочных работ в числе других выполняются следующие. Проверяется соответствие смонтированной арматуры проектной до-

кументации. Арматура испытывается на прочность и герметичность совместно с остальным оборудованием. Проводится индивидуальное (поузловое) опробование элементов систем, в том числе и арматуры на пониженных параметрах и под полной нагрузкой. Оформляется необходимая для эксплуатации техническая документация, а также акты о сдаче — приемке арматуры и пригодности ее к последующей эксплуатации. Наладка осуществляется силами группы наладки арматуры, входящей в состав цеха специальных наладочных работ. Работы по наладке арматуры планируются на основании программы и графика наладочных работ с использованием сетевых графиков. До выполнения наладочных работ необходимо иметь данные о результатах наружного осмотра арматуры, ревизии объектов, подлежащих прохождению этой операции, гидравлическому испытанию арматуры, стилископированию деталей арматуры из легированных сталей, ультразвуковому и другим видам контроля сварных соединений.

Несмотря на тщательную очистку элементов первого контура перед монтажом, во избежание возможных повторных загрязнений первый контур перед пуском реактора тщательно промывается осветленной водой или дистиллятом, потом химическими растворами или азотной кислотой. При этом часть оборудования от трубопроводов отключается, а затем производится отмывка контура от растворов осветленной водой, дистиллятом или нейтрализация кислоты щелочным раствором и окончательная промывка дистиллятом.

Наиболее просто осуществляется наладка запорной арматуры. После проверки наличия документации, подтверждающей прохождение и выполнение всех контрольных операций установленной арматуры с положительной оценкой, производится опробование подвижности шпинделя и затвора двукратным перемещением на полный ход затвора. При этом не должно быть заеданий, движения рывками, чрезмерно больших усилий на рукоятках или маховиках ручного управления. Крайние положения затвора должны соответствовать положениям «Закрыто» и «Открыто», обеспечивающим полное перекрытие седла корпуса и соответственно полное открытие. Местные указатели положения затвора должны давать правильные показания. Сальники должны иметь набивку в соответствии с данными чертежа или технических условий. Направление потока среды должно соответствовать направлению стрелки на корпусе, а при отсутствии таковой следует уточнить допустимое направление потока по технической документации на арматуру. Положение задвижек на трубопроводе должно соответствовать проектной документации. Привод арматуры должен действовать исправно.

Регулировка и настройка электропривода производится с учетом назначения арматуры. По способу уплотнения запорного органа арматура делится на три вида:

1) арматура, не требующая принудительного уплотнения в положениях «Открыто» и «Закрыто»;

2) арматура, требующая принудительного уплотнения только в положении «Закрыто»;

3) арматура, требующая принудительного уплотнения в положениях «Закрыто» и «Открыто».

В электроприводе, установленном на арматуру первого вида, необходимо: отрегулировать путевые выключатели для автоматического отключения электропривода и сигнализации крайних положений затвора;

настроить муфту ограничения крутящего момента на максимально допустимый момент в обе стороны вращения в целях автоматической блокировки электропривода на случай аварийного заедания затвора арматуры или на случай отказа путевых выключателей в крайних положениях.

В электроприводе, установленном на арматуру второго вида, необходимо: отрегулировать муфту ограничения крутящего момента для автоматического отключения электропривода в положении «Закрыто» и на случай аварийной перегрузки по пути в сторону закрытия;

настроить путевые выключатели для сигнализации положения затвора в крайних положениях и автоматического отключения электропривода при достижении затвором положения «Открыто»;

настроить муфту ограничения крутящего момента в сторону открытия так же, как и для арматуры первого вида.

В электроприводе, установленном в арматуру третьего вида, необходимо: настроить муфту ограничения крутящего момента на значения, требуемые для автоматического отключения электропривода в положениях «Закрыто», «Открыто» или в случае аварийной перегрузки в промежуточном положении; настроить путевые выключатели для сигнализации крайних положений.

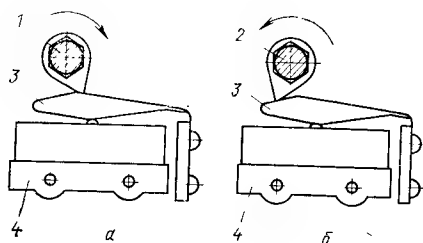


Рис. 4.14. Схема регулировки путевых выключателей:

а — положение кулачка закрытия в момент полного закрытия прохода арматуры; б — положение кулачка открытия в момент полного открытия прохода арматуры; 1 — кулачок закрытия; 2 — кулачок открытия; 3 — пружины; 4 — микровыключатель.

(рис. 4.14). Таким же образом закрепляется кулачок, действующий на сигнальный выключатель открытия.

После этого стрелка указателя положения затвора устанавливается в требуемое положение, для чего отвинчивают круглую гайку указателя, снимают стекло и, отжав винт поворотного диска со стрелкой, смещают стрелку на диск

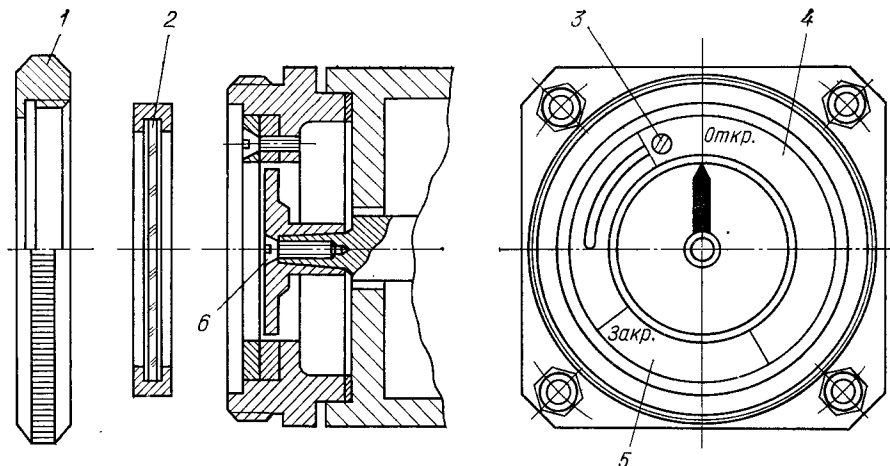


Рис. 4.15. Узлы установки шкалы указателя:

1 — круглая гайка; 2 — стекло; 3 — винт шкалы; 4 и 5 — верхняя и нижняя шкалы соответственно; 6 — винт поворота диска.

с пометкой «Откр.» и закрепляют диск винтом (рис. 4.15). После окончания регулировки положения открытия приступают к регулировке положения закрытия, для этого вращают маховик по часовой стрелке до закрытия прохода арматуры. Затем регулируют положение сигнального кулачка закрытия. Если автоматическая остановка электропривода в момент закрытия должна производиться от путевого выключателя, кулачок закрытия регулируется аналогично регулиров-

ке кулачка открытия, как описано выше. Когда автоматическую остановку в момент закрытия требуется производить от выключателя муфты крутящего момента, то сигнальный и рабочий кулачки закрытия закрепляют на валике так, чтобы оба выключателя срабатывали несколько раньше полного закрытия — на 10—15 оборотов маховика. Затем регулируют указатель на закрытие, для чего отжимают винт шкалы указателя и устанавливают риску на ней против стрелки и снова закрепляют шкалу винтом. Устанавливают на место круглую гайку со стеклом и плотно закрывают крышку коробки. На этом предварительная регулировка коробки путевых выключателей считается законченной.

Кабели проводятся согласно схеме, разработанной для данного объекта, после подвода проверяется монтаж.

Окончательная регулировка электропривода выполняется во взаимодействии с арматурой в реальных условиях эксплуатации, позволяющих создать в арматуре рабочее гидравлическое давление среды. Регулировка производится после предварительной регулировки коробки путевых выключателей и муфты крутящего момента и после монтажа и проверки электросхемы. Окончательная регулировка коробки путевых выключателей выполняется следующим образом.

При помощи рукоятки блокировки привод включается на электрическое управление, при этом арматура должна быть в закрытом положении, а на пульте управления должна гореть сигнальная лампа «Закрыто». Открыв крышку коробки, следует нажать кнопку открытия и следить за вращением стрелки указателя и сигнализацией. При подходе стрелки на циферблате к положению «Открыто» электропривод должен остановиться, а на пульте должна загореться лампа «Открыто». После этого для арматуры первого и второго вида следует убедиться в том, что затвор не упирается в крышку, что определяется поворачиванием маховика против часовой стрелки. Если затвор упирается в крышку, необходимо кулачок выключателя открытия установить так, чтобы он нажимал на пружину несколько раньше.

После того как отрегулирована автоматическая остановка затвора в положении «Открыто», нажимают кнопку закрытия и проверяют работу путевого выключателя закрытия. Лампа сигнала «Открыто» в начале хода должна погаснуть, а в конце хода должна загореться лампа сигнала «Закрыто». В конце хода закрытия электропривод должен автоматически остановиться, а муфта ограничения крутящего момента должна обеспечить необходимую герметичность запорного органа арматуры в закрытом его положении. Путевой выключатель должен четко сигнализировать положение затвора. Следует произвести 5—7 контрольных циклов перекрытия прохода арматуры с последующей проверкой герметичности перекрытия запорного органа. Если герметичность, создаваемая муфтой ограничения крутящего момента, недостаточна, подтягивают пружину муфты закрытия. Если автоматическая остановка при закрытии должна производиться от концевого выключателя, регулируют концевой выключатель на более раннее срабатывание, чем муфта. Крышку коробки закрывают после достижения необходимой герметичности и четкой работы путевых выключателей в крайних положениях. На этом регулировка муфты ограничения крутящего момента и коробки путевых и моментных выключателей считается законченной.

В некоторых случаях возникает необходимость регулировки пружин муфты крутящего момента. Такая необходимость может возникнуть при недостаточной герметичности перекрытия арматуры, при работе на более низких давлениях, чем предусмотрено заводской настройкой, если муфта срабатывает в момент трогания с места электропривода, после его ремонта. Первой регулируется пружина закрывания, причем регулировка начинается со слабой затяжки пружины и постепенно затяжку увеличивают до требуемого значения, поворачивая регулирующую гайку не более чем на $1/6$ часть оборота. После каждой затяжки производится пробный пуск на закрывание. Пружина закрывания должна быть отрегулирована так, чтобы обеспечен пуск электропривода с некоторым запасом в сторону открывания, так как необходимое усилие при открывании арматуры в начальный момент может быть несколько увеличенным.

Регулирующая арматура должна обеспечивать изменение расхода в пределах, установленных технической документацией. Предварительная наладка ограничивается проверкой подвижности штока с плунжером, проверкой состояния сальника или сильфона. Включением привода в действие проверяется исправ-

ность механизма перемещения плунжера. Окончательная наладка производится при пробных пусках системы и ее режимных испытаниях. При этом контролируется действие регулирующего органа, его влияние на режим технологического процесса. Оценивается правильность выбора D_y регулирующей арматуры, ее пропускная характеристика, действие управляющей аппаратуры.

Монтаж и регулировка предохранительных клапанов имеют свои особенности. До монтажа предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на специальных стендах. После испытания грузы на рычагах должны быть закреплены, а клапаны временно заклиниваются. В пружинных предохранительных клапанах должны быть установлены пружины, соответствующие рабочему давлению среды. Рычаги клапанов после монтажа должны быть расположены строго горизонтально, а штоки-вертикально.

В случае необходимости регулировки клапанов на системе сначала регулируют контрольный предохранительный клапан. При этом после установления в системе заданного предельного допустимого давления груз перемещают по рычагу до срабатывания клапана. В пружинных клапанах степень поджатия пружины определяется по ее характеристике. В результате срабатывания клапана давление в системе снижается; при этом следует зафиксировать нижний уровень давления в момент закрывания клапана. Проверку срабатывания и закрывания контрольного предохранительного клапана повторяют 2—3 раза, после чего отмечают положение груза на рычаге или степень поджатия пружины и сдвигают груз к концу рычага. В пружинных клапанах, где имеются устройства для принудительного поджатия, фиксируют закрытое положение клапана. Затем повышают давление до второго предела и поочередно настраивают рабочие предохранительные клапаны. Операции по регулировке рабочих клапанов аналогичны операциям по регулировке контрольных.

После снижения давления до рабочего все грузы прочно закрепляют на рычагах в точном соответствии со сделанными пометками при регулировке клапанов. В пружинных клапанах снимают фиксацию закрытого положения.

Наиболее ответственную роль выполняют импульсные предохранительные устройства (ИПУ) главных контуров. В состав ИПУ входит главный предохранительный клапан и импульсный клапан. Принципиальная электрическая схема управления импульсно-предохранительным устройством (ИПУ) приведена на рис. 4.16. Импульсный предохранительный клапан служит для включения главного предохранительного клапана при достижении предусмотренного давления. Импульсные предохранительные клапаны бывают рычажно-грузового типа либо пружинные. Для повышения надежности срабатывания они дополнительно оснащаются двумя электромагнитами, один из которых принудительно открывает импульсный клапан по импульсу от электроконтактного манометра (ЭКМ), другой — принудительно закрывает.

Импульсные клапаны должны срабатывать надежно и точно. Для сохранения в чистоте подводимой к клапану среды линия подвода изготавливается из коррозионно-стойкой стали, а перед клапаном иногда ставится предохранительная сетка-ловушка, чтобы сварочный грат, шлак, продукты коррозии не попадали в линии управления импульсными клапанами и не могли оказаться на седле или в подвижных сопряжениях клапана. Чтобы избежать скопления конденсата в линиях управления, их выполняют короткими и с уклоном для самодренирования. Из выхлопных трубопроводов предохранительных клапанов организуют свободный слив дренажа.

При предмонтажной ревизии ИПУ проверяют состояние уплотнительных поверхностей и прокладки фланцевого соединения, сильфона или набивки сальника; упругость цилиндрической пружины и плавность хода поршневой группы, запорных органов и подвижных частей в главном предохранительном и импульсном клапанах и величину хода клапанов; состояние наружных поверхностей грундбукс, поршней и внутренних поверхностей рубашек, состояние рабочих поверхностей седла и клапана.

В процессе монтажа и наладки импульсных клапанов шток клапана и сердечники электромагнитов устанавливают в строго вертикальное положение. Проверяют свободное движение рычага с подвешенным грузом и присоединенным сердечником нижнего электромагнита. В случае необходимости устраняют перекосы в горизонтальной и вертикальной плоскостях рычага. Для обеспечения

плотной посадки тарелки клапана на седло приваривают опорную планку верхнего электромагнита так, чтобы был зазор между рычагом и вилкой. Сферическим колпачком демпферного винта регулируют поступление воздуха в полость якоря электромагнита. Чтобы исключить заедание при открытии импульсного клапана, проверяют совпадение оси отверстия якоря нижнего электромагнита и рычага. Демпферный винт устанавливают так, чтобы он выступал над торцом корпуса электромагнита примерно на 1,5—2,0 мм. Если демпферный винт завинчен полностью, то при подъеме якоря под ним создается разрежение и при обесточенной электрической цепи трудно отрегулировать клапан на срабатывание. При чрезмерно вывинченном винте создается резкое движение сердечника при втягивании, что отрицательно сказывается на состоянии уплотнительных поверхностей импульсных клапанов.

Согласно Правилам Госгортехнадзора импульсные предохранительные устройства настраивают на давление начала открытия контрольного и рабочих клапанов по данным табл. 2.13.

Окончательная наладка и регулировка ИПУ состоит из двух этапов: наладка электрической части ИПУ; регулировка ИПУ на работающей системе и контроль работы электрической части. При наладке электрической части ИПУ проверяют релейную аппаратуру, электромагнитные приводы, автоматы питания ЭКМ, электрические схемы и изоляцию.

Перед началом регулировки ИПУ необходимо выполнить следующие работы. Настроить в лаборатории контакты ЭКМ на давление срабатывания и опломбировать органы настройки. Давление срабатывания определяют с учетом поправки на разность высот отметки присоединения импульсных линий и отметки установки ЭКМ контрольных и рабочих клапанов. Проводят наружный осмотр элементов ИПУ и открывают вентили на импульсных линиях к ЭКМ. В районе подключения импульсных клапанов подключают манометры класса не ниже 1,5, показывающие давление перед клапанами.

После поднятия давления в системе до значения, соответствующего началу открытия рабочих клапанов, регулируют импульсные клапаны при обесточенных электромагнитах как обычные предохранительные клапаны прямого действия до момента срабатывания главного предохранительного клапана. При этом сердечники электромагнитов должны быть соединены с рычагом клапана. После момента срабатывания импульсные клапаны принудительно закрывают, закрепляют груз или пружину в найденном положении стопорным винтом и пломбируют его, чтобы обеспечить возможность регулировки остальных клапанов, на отрегулированный клапан временно подвешивают дополнительный груз либо принудительно закрывают. Аналогично настраивают остальные рабочие клапаны и после соответственного снижения давления — контрольные клапаны.

После окончания регулировки клапанов с обесточенными электромагнитами давление снижают до номинального и снимают дополнительные грузы. Затем в электрические цепи управления ИПУ подают напряжение и проверяют дистанционное управление рабочими и контрольными клапанами, после чего ключи управления устанавливают в положение «Автомат».

Окончательная проверка давления начала открытия контрольного клапана проводят путем повышения давления в системе до срабатывания клапана. Затем, снижая давление до минимального, проверяется давление закрытия контрольного клапана. После окончания проверки ключ управления контрольными клапанами переводят в положение «Закрыто». Аналогичным образом проверяется работа рабочих клапанов, после чего ключи их управления устанавливают в положение «Автомат».

4.8. ОХРАНА ТРУДА ПРИ МОНТАЖЕ АРМАТУРЫ

К выполнению монтажных работ допускаются только рабочие, имеющие необходимую квалификацию и прошедшие производственный инструктаж и инструктаж по правилам охраны труда и противопожарной безопасности. Монтаж арматуры может вестись как с пола, так и на высоте с применением лесов, подмостей, телескопических вышек или стремянок.

Все временные электрические сети, электропроводки, электроустройства и электрооборудование должны быть выполнены в полном соответствии с правилами

монтажа и эксплуатации электротехнических устройств. Все оборудование и инструмент, работающие под напряжением свыше 36 В, которые могут оказаться под напряжением при повреждении изоляции, должны быть надежно заземлены. Рабочие должны использовать резиновые коврики и перчатки для индивидуальной защиты. Все сварочные работы необходимо выполнять с соблюдением соответствующих правил охраны труда.

К выполнению такелажных работ с использованием подъемных механизмов с электрическим приводом допускаются рабочие не моложе 18 лет. Они должны пройти медицинский осмотр, обучение по специальной программе, сдать экзамены и получить удостоверение на право производства такелажных работ. Работа на подъемных механизмах с ручным приводом может производиться рабочим после проверки их знаний и практических навыков ответственным руководителем работ. Рабочие места должны быть подготовлены в соответствии с правилами охраны труда. Строповка грузов должна проверяться лично бригадиром, руководящим подъемом, опусканием и перемещением грузов. Работы, выполняемые на высоте более 5 м от поверхности грунта, перекрытия или настила, считаются верхолазными и должны выполняться соответственно подготовленными рабочими с соблюдением всех правил безопасности при верхолазных работах.

Работа на высоте требует особых мер против возможных несчастных случаев. В связи с этим монтажники обязаны носить каски, предохраняющие голову от ушибов падающими предметами, обувь с нескользящей подошвой и специальные верхолазные пояса, предохраняющие рабочего от возможного падения в результате неосторожных движений. Во время работы на высоте следует привязываться поясами к прочно закрепленным конструкциям. Предохранительные пояса до их выдачи рабочему испытываются пробной нагрузкой в 3 кН в течение 5 мин. Результаты каждого испытания заносятся в специальный журнал, а дата испытания и инвентарный номер пояса выбиваются в виде клейма на его внутренней стальной накладке. Испытания пояса производятся регулярно через каждые 6 мес. Монтажники, работающие на высоте, пользуются индивидуальными сумками или ящиками для переноски и хранения инструментов и деталей, требующихся для работы.

При выполнении монтажных работ безусловным требованием является высокое их качество, что необходимо для безопасной работы всей системы. Перед выполнением монтажа арматуры необходимо проверить подготовленность рабочих мест и соответствие их требованиям правил охраны труда. В зоне выполнения монтажных работ не допускается присутствие посторонних лиц. Опасная зона должна быть ограждена и обозначена предупредительными знаками и плакатами.

При выполнении работ категорически запрещается класть в монтируемый трубопровод инструменты, материалы, спецодежду и другие предметы. При перерывах в работе свободные концы монтируемых трубопроводов должны закрываться заглушками или пробками.

Для завинчивания гаек используются рожковые или накидные ключи, применение разводных ключей не разрешается.

К арматуре АЭС предъявляются повышенные требования по надежности. В связи с этим широко применяются методы неразрушающего контроля прочности оборудования, и, прежде всего, радиоизотопная дефектоскопия. Она представляет собой совокупность методов просвечивания изделий ионизирующими излучениями. Просвечивание осуществляется дефектоскопами, в которых используется радиоактивный материал, заключенный в защитную оболочку. В 1974 г. введены в действие новые санитарные правила по радиоизотопной дефектоскопии СП № 1171—74, которые распространяются на все предприятия, на которых применяются радиоизотопные источники излучения для промышленной дефектоскопии.

К работам по радиоизотопной дефектоскопии допускаются лица старше 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний. Они проходят предварительное и ежегодное периодическое медицинское освидетельствование. Работы должны выполняться на основе детально разработанной и утвержденной производственной инструкции, в которой изложены порядок выполнения работ, организация учета, хранения и выдачи дефектоскопов, содержания помещений, меры личной профилактики, система организации, объем и порядок проведения

радиационного контроля, включая разработку мероприятий по предупреждению и ликвидации аварий.

При эксплуатации переносных и передвижных дефектоскопов в одноэтажных цехах и на открытых площадках просвечивание следует проводить так, чтобы пучок излучения был направлен преимущественно вверх или вниз. Если это осуществить невозможно, пучок следует направлять в сторону, противоположную ближайшим рабочим местам. Просвечивание следует проводить при минимально возможном угле расхождения рабочего пучка. Необходимо определить границы и отметить радиационно-опасную зону, в пределах которой мощность дозы излучения превышает 0,3 мР/ч. Граница этой зоны должна быть обозначена знаками радиационной опасности и предупреждающими надписями, хорошо видимыми на расстоянии не менее 3 м. Просвечивание рекомендуется проводить в нерабочее время, если это возможно. В условиях, когда дефектоскопист не в состоянии контролировать радиационно-опасную зону, это должен осуществлять второй работник, в обязанности которого входит вести строгое наблюдение за соблюдением режима по всему периметру радиационно-опасной зоны и не допускать случайного попадания в нее посторонних лиц. Санитарные правила СП № 1171—74 предусматривают целый ряд требований по организации дефектоскопических лабораторий, хранению, учету и эксплуатации оборудования, транспортировке, зарядке, перезарядке и ремонту дефектоскопов, организации и проведению радиационного контроля и предусматривают мероприятия по предупреждению радиационных аварий, которые должны учитываться при проведении радиационного контроля качества монтажа арматуры.

В процессе выполнения монтажа арматуры производится большой объем сварочных работ. Сварщик должен носить куртку навыпуск, чтобы можно было ее быстро снять в случае прожога расплавленным металлом. Карманы куртки должны быть закрыты клапанами, ботинки зашнурованы, а брюки — закрывать верх ботинок. Рабочее место должно быть достаточно освещено, при необходимости используются переносные лампы с напряжением тока не более 12 В. Рекомендуется пользоваться диэлектрическим ковриком и шлемом из диэлектрического материала, когда работы ведутся в неудобном положении, в близком окружении металлических конструкций.

Для защиты глаз от действия света электрической дуги необходимо пользоваться защитным ручным или наголовным щитком с установленным светофильтром. При силе тока свыше 400 А применяются защитные стекла типа Э-4, при силе тока от 200 до 400 А — стекла Э-3. Применять самодельные защитные стекла вместо фабричных запрещается. При выполнении электросварочных работ необходимо обеспечить достаточно интенсивную вентиляцию рабочего места для удаления из зоны дыхания электросварщика (под щитком) вредных аэрозолей, образующихся в процессе сварки и содержащих окислы металлов, двуокись кремния, окись углерода, окислы азота, озона и т. п.

ГЛАВА 5

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АРМАТУРЫ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

5.1. УСЛОВИЯ И ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ АРМАТУРЫ

В процессе эксплуатации все основные работы по обслуживанию арматуры выполняются обслуживающим персоналом и в зависимости от ее характера могут быть разделены на четыре вида: оперативные, контрольно-осмотровые, профилактическое обслуживание, текущий ремонт. Оперативные работы представляют собой те действия, которые выполняются в связи с пуском, остановкой или изменением режима работы установки. В эти работы входит подготовка арматуры, открывание и закрывание, проверка исправности работы, проверка герметичности относительно окружающей среды и т. п. Оперативные работы заранее не планируют, они выполняются по указанию начальника смены АЭС.

Контрольно-осмотровые работы проводятся во время смены для своевременного выявления возникающих неисправностей арматуры, которые могут привести к полному отказу. Эти работы выполняются обычно эксплуатационным персоналом во время обхода помещений с обслуживаемым оборудованием путем визуального наблюдения за его внешним состоянием, прослушивания шумов, а также анализа записей самопишущих приборов и т. п. Во время осмотров выявляют и устраняют нарушение уплотнений соединительных трубных линий и арматуры, отказы автоматических регуляторов и т. п. Порядок проведения и объем контрольно-осмотровых работ определяются должностными и эксплуатационными инструкциями.

Профилактическое обслуживание арматуры состоит из комплекса профилактических работ, выполняемых в целях поддержания бесперебойного функционирования арматуры, участвующей в работе системы. Работы по профилактическому обслуживанию проводят в плановом порядке по графикам, разрабатываемым службой эксплуатации АЭС. Периодичность и объем работ устанавливаются с учетом рекомендаций заводов — изготовителей арматуры и накопленного опыта эксплуатации. В объем профилактического обслуживания обычно входят такие работы, как очистка и смазка арматуры, поднабивка сальников, проверка работоспособности приводов, электромагнитов, датчиков положений.

Текущая проверка и ремонт, выполняемые в процессе эксплуатации, не заменяют обязательной ведомственной проверки и не изменяют сроков ее проведения. Перед проведением текущей проверки и ремонта следует выполнить комплекс работ по профилактическому обслуживанию арматуры.

Время, на которое останавливают АЭС, используется также и для выполнения текущих работ по поддержанию арматуры в работоспособном состоянии. АЭС может быть остановлена по двум причинам: возникновение аварийной ситуации и необходимость выполнения плановых мероприятий. Если АЭС имеет один реактор, ее аварийная остановка наиболее вероятна в связи с выключением реактора в результате срабатывания аварийной защиты. Если на АЭС несколько реакторов, такая остановка рассматривается применительно к энергоблоку (реакторная установка — турбина). Обычно аварийная остановка вызывается отказом какого-либо элемента энергоблока и требуется устранение этого отказа (ремонта) или замена неисправных элементов технологического оборудования, длится она непродолжительное время. Ее целесообразно использовать для выполнения первоочередных неотложных работ по техническому обслуживанию арматуры, которые нельзя выполнить при действующей установке. В это время можно проводить такие работы, которые могут быть прерваны в любой момент и не вызовут задержку пуска реакторной установки. Результаты работ регистрируются в журнале дежурного инженера.

Планово-предупредительный ремонт (ППР) АЭС обычно проводится в плановом порядке через заранее определенные промежутки времени в целях выполнения профилактических ремонтных работ действующего оборудования, которые не могут выполняться на работающем энергоблоке, а также замены и ремонта оборудования, отказавшего в промежутке между ППР. Общестанционный план-график ППР определяет сроки и последовательность выполнения ремонтных работ, а также лиц, ответственных за их исполнение. Он разрабатывается производственно-техническим отделом на основании заявок цехов и служб.

Подготовка технологического оборудования к ППР состоит в снятии давления, освобождении от заполняющей среды (пара, воды, газа и др.), снижении температуры, дезактивации поверхности и т. п. Демонтированное тяжелое оборудование (регулирующие клапаны больших размеров, исполнительные механизмы и др.) рекомендуется хранить вблизи установки, обеспечив их сохранность.

На время проведения ППР на демонтируемом технологическом оборудовании снимаются приборы, регуляторы, отборные устройства, запорная и регулирующая арматура, электрические и трубные соединительные линии и т. п. На все снятые элементы навешивают бирки с указанием номеров позиций оборудования по проекту (а соединительные линии и маркируют), принимают меры, обеспечивающие сохранность и защиту элементов оборудования от повреждений. По мере запуска агрегатов и контуров продувают импульсные линии, заполняют уравнительные и конденсационные сосуды и т. п. Тщательно проверяют отсутствие протечек на вновь смонтированной запорной и регулирующей арма-

туре, импульсных линиях, отборных устройствах и др. В случаях обнаружения каких-либо дефектов немедленно принимают меры к их устранению.

На АЭС помещения подразделяются в зависимости от доступности их для обслуживания на зоны строгого и свободного режимов. В зоне строгого режима возможно воздействие радиационного облучения, а также загрязнение воздуха и поверхностей конструкций радиоактивными веществами. В зоне свободного режима воздействие радиационных факторов полностью исключено.

К зоне строгого режима относятся: зал с реактором и смонтированным на нем оборудованием, шахты перегрузки и выдержки, а также помещения, в которых располагается оборудование и проходят трубопроводы контура радиоактивного теплоносителя, являющиеся источником постоянного радиоактивного загрязнения. В эту же зону входят помещения, где проводятся работы, связанные с вскрытием загрязненного оборудования или сопровождающиеся периодическим загрязнением радиоактивными веществами. В зоне строгого режима все помещения подразделяются на необслуживаемые и полуслуживаемые. При работающем реакторе персонал в необслуживаемые помещения не допускается, в полуслуживаемые допускается кратковременно по специальным нарядам с тем, чтобы суммарная доза облучения не превышала допустимой.

К зоне свободного режима относятся операторские щитовые и другие помещения, предназначенные для постоянного пребывания обслуживающего персонала. Здесь влияние ионизирующей радиации на обслуживающий персонал за шестичасовой рабочий день не превышает допустимой нормы. Машинный зал двухконтурных АЭС считается зоной свободного режима, а одноконтурных (с подачей на турбину радиоактивного пара) — зоной строгого режима.

Все регламентные работы в необслуживаемых помещениях зоны строгого режима выполняются один раз в год.

В процессе эксплуатации арматуры АЭС должен осуществляться такой комплекс мероприятий, который обеспечивал бы поддержание в работоспособном состоянии всего технологического оборудования. Эксплуатация арматуры охватывает большое количество операций, выполняемых для обеспечения бесперебойной работы АЭС. К ним относятся управление арматурой в процессе работы, техническое обслуживание, монтаж арматуры при замене вышедших или выходящих из строя конструкций и входной контроль арматуры, поступающей для замены находящейся в эксплуатации.

Арматура должна использоваться строго по назначению, в соответствии с указаниями в техническом паспорте и технических условиях, стандартах или особых условиях заказа. Запорную арматуру использовать в качестве регулирующей или дроселирующей не разрешается.

Открытие запорной арматуры должно производиться полностью, закрывание — с усилием, необходимым для герметизации запорного органа. При открывании и закрывании арматуры применение добавочных рычагов не допускается. Арматуру, требующую для открывания больших усилий, снабжают редуктором или электрическим (или другого типа) приводом, а в некоторых случаях обводом.

При открывании арматуры, снабженной обводами, вначале открывают обвод, а затем после прогрева и выравнивания давления открывают основной проход. Перед открыванием запорной арматуры на паропроводах необходимо прогреть трубопровод и удалить конденсат из него.

Известно, что в условиях сухого трения ходовая гайка в арматуре быстрее выходит из строя. Поэтому в целях сохранения арматуры в работоспособном состоянии длительное время необходимо периодически смазывать резьбу шпинделя смазкой, указанной в инструкции по эксплуатации арматуры.

К управлению арматурой допускается только квалифицированный персонал, обладающий необходимыми знаниями и навыками. При ручном управлении арматурой необходимо следить за тем, чтобы к маховику не были приложены чрезмерно большие усилия, могущие повредить резьбу шпинделя или вызвать затруднения при последующем открывании арматуры. При быстром закрывании арматуры в системе могут возникнуть гидравлические удары; кроме того, под действием инерционных сил и вследствие уменьшения силы трения (коэффициент трения движения) создаются увеличенные усилия закрывания, затрудняющие последующее открывание.

Арматура, предназначенная для ответственных установок, находящаяся как в эксплуатации, так и в резерве или ремонте, должна быть принята на учет и зарегистрирована в специальном журнале, где должны быть указаны время поступления на склад, дата установки на линию, даты и характер осмотров и ремонтов, а также состояние арматуры после каждого ремонта.

Резервная арматура хранится на складе в упаковке завода-изготовителя. В арматуре, поступившей в неупакованном виде, проходные отверстия должны быть закрыты заглушками. Через определенные сроки, указанные в инструкции по эксплуатации, производится переконсервация арматуры.

5.2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И ОБСЛУЖИВАНИЕ АРМАТУРЫ

К постоянной эксплуатации на ЭАС допускается арматура, прошедшая одновременно с другим оборудованием трубопровода или системы комплексное опробование и принятая Государственной приемочной комиссией. Комплексное опробование оборудования и трубопроводов осуществляется в течение 72 ч непрерывной работы под нагрузкой при номинальных параметрах работы. При этом основное оборудование должно работать непрерывно, а вспомогательное постоянно или поочередно. Перед комплексным опробованием производится освидетельствование технического состояния и подготовленности оборудования, включая арматуру, на основании результатов которого Госгортехнадзор выдает разрешение на проведение комплексного опробования.

Техническое освидетельствование трубопроводов (включая арматуру), зарегистрированных Госгортехнадзором, проводится до ввода их в эксплуатацию (внутренний осмотр и гидравлическое испытание); внутренний осмотр оборудования и питательных трубопроводов в доступных местах — периодически, не реже одного раза в четыре года; гидравлическое испытание оборудования — периодически, не реже одного раза в восемь лет, а оборудования первого контура — не реже одного раза в четыре года; наружный осмотр трубопроводов — периодически, не реже одного раза в год. При необходимости внутренний осмотр и гидравлическое испытание оборудования и трубопроводов могут проводиться досрочно.

Техническое освидетельствование инспектором Госгортехнадзора или лицом, осуществляющим надзор за оборудованием и трубопроводами на станции, выполняется в присутствии лица, ответственного за исправное состояние и безопасное действие оборудования и трубопроводов.

Техническое освидетельствование оборудования, которое по условиям технологического процесса не может быть остановлено, допускается совмещать с планово-предупредительным или капитальным ремонтом, но выполнять не реже одного раза в четыре года. Перед техническим освидетельствованием оборудование должно быть остановлено, обесточено, надежно отключено от всех трубопроводов, соединяющих его с источниками давления, охлаждено, освобождено от заполняющей его рабочей среды, а поверхности, подлежащие осмотру, очищены до металла от загрязнений, накали и т. п. Оборудование, находящееся в контакте с радиоактивным теплоносителем, до начала выполнения осмотра и предшествующих ему подготовительных работ должно быть тщательно обработано и промыто дезактивирующими растворами в соответствии с инструкцией АЭС и санитарными нормами и правилами. Арматура высотой более 2 м перед внутренним осмотром должна быть оснащена приспособлениями, обеспечивающими безопасный доступ при осмотре всех частей оборудования.

При осмотрах особое внимание должно быть обращено на выявление следующих дефектов:

- на внутренней и наружной поверхностях — трещин, надрывов, коррозии стенок, выпучин, раковин и т. п.;

- в сварных швах — дефектов сварки, трещин и др.;

- в элементах арматуры с наплавкой и антикоррозионным покрытием — трещин и разрушений наплавки, расслоений в плакирующем слое и т. п.

Если при техническом освидетельствовании окажется, что арматура имеет серьезные дефекты или значительный износ (механический, коррозионный и

т. п.), вызывающий сомнение в ее прочности, то работа этой арматуры должна быть запрещена.

Арматура и трубопроводы первого контура, главные паропроводы и оборудование по тракту питательной воды должны периодически обследоваться техническим персоналом станции в объеме, установленном в соответствии с инструкцией, утвержденной Министерством энергетики и электрификации СССР и Правилами [9]. Результаты обследования заносятся в книгу учета обследований оборудования и трубопроводов. Периодическое обследование арматуры первого контура, главных паропроводов и тракта питательной воды должно включать:

контроль неразрушающими методами состояния металла в процессе эксплуатации;

контроль целостности металла арматуры первого контура и отдельных узлов конструкции (сальников, соединений корпус—крышка и т. п.) по появлению радиоактивных протечек.

В качестве неразрушающих методов контроля при обследовании применяются: визуальный осмотр; поверхностная дефектоскопия (цветная, люминесцентная, магнитная и др.); ультразвуковая дефектоскопия; просвечивание проникающим излучением и др.

Первое обследование оборудования должно быть проведено не позже чем через 15—20 тыс. ч. эксплуатации; последующие — при остановках на перегрузку активной зоны, но не реже чем через 30—40 тыс. ч работы после предыдущего обследования.

В случае обнаружения дефектов в основном металле или в сварном соединении результаты обследования дефектного узла должны быть оформлены актом.

Техническое обслуживание арматуры проводится в целях выявления ее состояния, определения возможности дальнейшей эксплуатации, выполнения необходимых регулировочных или ремонтных работ без снятия арматуры с линии. При этом предусматриваются следующие регламентные работы. Проверяется подвижность ходовой части арматуры, для чего затвор поднимается и опускается на полный ход. После двукратного подъема и опускания проверяется состояние сальника. При необходимости сальник подтягивается завинчиванием гаек или перенабивается. В последнем случае затвор поднимается вверх до отказа, пока не будет перекрыто верхнее уплотнение бурта шпинделя с крышкой. Этим отключается сальниковая полость от полости корпуса. Крышка сальника и нажимная втулка сальника поднимаются вверх, заменяется или добавляется набивка сальника, при этом давление в системе должно быть снято. Кольца набивки изготавливаются из шнура квадратного сечения со стороной, равной ширине сальниковой камеры. Шнур навивается на оправку диаметром, равным диаметру шпинделя, и разрезается на кольца по винтовой линии под углом 45°. Кольца предварительно опрессовываются, после чего они укладываются в камеру вразбежку линий разреза. После добавления набивки сальник затягивают вновь. Проверяют действие привода, для чего выполняют несколько циклов срабатывания. При этом проверяют перекрытие прохода и правильность показаний элементов сигнализации.

В регулирующей арматуре следует особое внимание уделять плавности хода штока, так как перетяжка сальника может существенно увеличить силу трения и повысить нечувствительность клапана. После окончания подтяжки сальника шток должен перемещаться плавно, без рывков и заеданий. Периодичность технического обслуживания зависит от условий работы арматуры, места ее установки, свойств и параметров среды и т. п. По окончании выполнения технического обслуживания в журнал или формуляр арматуры должны быть занесены данные о его результатах, а также о работах, выполненных во время технического обслуживания.

Регламентные работы по техническому обслуживанию и ремонту арматуры и электроприводов, находящихся в зоне строгого режима под защитной оболочкой, должны производиться не чаще одного раза в год, одновременно с выполнением регламентных работ по другим видам оборудования АЭС.

На АЭС эксплуатируется арматура различных классов (запорная, регулирующая, предохранительная) и типов (вентили, задвижки, клапаны и т. п.), каждый из которых требует выполнения определенных условий при эксплуатации и техническом обслуживании.

Запорные вентили. Большое число запорных вентилей малых диаметров прохода устанавливается на трубопроводах для обеспечения возможности их опорожнения, продувки и выпуска воздуха: в обслуживаемых помещениях зоны свободного режима для этих целей используются вентили с ручным управлением; для работы в зоне строгого режима — вентили с дистанционным управлением; для нерадиоактивной воды и пара — сальниковые вентили; для радиоактивной — сальфонные. При эксплуатации должны учитываться все эти особенности конструкции различных типов запорной арматуры. Наибольшее количество неисправностей возникает в запорном органе и в сальниковом или сальфонном соединении. Эти места должны контролироваться наиболее тщательно и регулярно. Поскольку сальфонные вентили обычно используются для работы на вакууме или на радиоактивных средах, то выход из строя сальфона создает опасность нарушения вакуума или утечки опасной среды.

Для поддержания вентилей, расположенных на неработающих трубопроводах (резервных и байпасных линиях и пр.), в работоспособном состоянии необходимо не реже одного раза в год опробовать их подвижные части и детали.

Эксплуатируемые сальфонные вентили через каждые 8000 ч работы должны быть осмотрены и опробованы. При этом проверяется состояние крепежных деталей без разгерметизации трубопровода. В случае необходимости крепежные детали должны быть подтянуты, проверяется работоспособность вентилей, для чего необходимо сделать полный ход открыто—закрыто. Обнаруженные неисправности должны быть устранены. Все работы по осмотру и проверке работоспособности должны проводиться при неработающей системе. На вентилях с электроприводом в процессе эксплуатации необходимо контролировать состояние электропривода. В табл. 5.1 приведены возможные неисправности сальниковых и сальфонных запорных вентилей и указаны способы их устранения.

Задвижки. На АЭС применяются задвижки с выдвигным шпинделем. В этих задвижках ходовая резьба должна систематически смазываться с применением штатной смазки. Необходимо также смазывать бугельный узел (бурт гайки шпинделя), где обычно расположены шариковые упорные подшипники. Во всех случаях должен быть организован систематический контроль за состоянием сальникового узла, куда приходится периодически добавлять набивку, а в отдельных случаях заменять ее полностью.

В задвижках в процессе эксплуатации подвергаются изнашиванию уплотнительные кольца запорного органа, что приводит к потере герметичности изделия в закрытом положении. В энергетических установках действие воды и пара при высоких давлениях и температуре вызывает эрозию металла уплотнительных колец. В связи с этими явлениями контроль арматуры должен проводиться в такие сроки, чтобы арматура постоянно находилась в работоспособном состоянии.

Задвижки (за исключением регулирующих и дроссельных) в процессе эксплуатации должны быть либо полностью открыты, либо полностью закрыты. Оставлять затвор в промежуточном положении в период эксплуатации не допускается. Задвижки, имеющие наружный байпас, открываются после снижения перепада давления до установленного технической документацией значения, для чего предварительно открывается задвижка или вентиль байпаса. Открывание и закрывание задвижек при полном перепаде давления допускаются только при аварийных ситуациях и только тех задвижек, где такая возможность предусмотрена документацией. В случае установки задвижек на трубопроводах, где может иметь место прогрев задвижки с закрытым запорным органом при нахождении в средней полости затвора воды, необходимо применять задвижки со сверленной тарелкой со стороны входа среды.

При наличии электропривода техническое обслуживание должно включать в себя контроль состояния механизмов привода, аппаратуры управления силового кабеля, линий управления. В табл. 5.1 приведены возможные неисправности в задвижках и указаны способы их устранения.

Регулирующие клапаны. Регулирующая арматура работает обычно в более сложных условиях, чем запорная. Процесс регулирования расхода среды или давления сводится к дросселированию жидкости или газа. Процесс дросселирования должен постоянно контролироваться, чтобы технологический процесс, который обслуживается регулирующей арматурой, протекал в требуемом режи-

Таблица 5.1. Возможные неисправности запорных вентилей и задвижек и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Пропуск среды при закрытом запорном органе	Нарушение герметичности запорного органа в связи с износом, повреждениями или загрязнением поверхности уплотнительных колец корпуса и затвора Недостаточное усилие на маховике (меньше расчетного) Недостаточный крутящий момент, развиваемый электроприводом	Разобрать изделие, очистить, притереть или заменить уплотнительные кольца Увеличить усилие на маховике до расчетного Проверить настройку муфты крутящего момента. Проверить напряжение на вводе. Проверить техническое состояние электродвигателя
Пропуск среды через соединение корпуса с крышкой	Потеря герметичности в связи с недостаточной затяжкой болтов Повреждена прокладка	Равномерно затянуть болты Заменить прокладку
Пропуск среды через сальник	Повреждены уплотнительные поверхности корпуса или крышки Набивка сальника недостаточно уплотнена Износ сальниковой набивки	Снять крышку, исправить повреждение и притереть поверхности уплотнения Подтянуть гайки сальника равномерно Поднабить сальник или заменить сальниковую набивку
В вентиле пропуск среды через сильфонный узел	Повреждена поверхность шпинделя Поврежден сильфон	Устранить повреждение поверхности Разобрать вентиль и заменить сильфонную сборку
Увеличенный момент на маховике, необходимый для закрывания	Отсутствие смазки в подвижных сопряжениях	Смазать подвижные сопряжения
Не срабатывает электропривод	Отсутствие питания электропривода	Проверить и исправить линию питания электропривода
Перемещение затвора с задержками и при увеличенном моменте	Повреждены направляющие клина или дисков Образование осадка твердых частиц на направляющих	Разобрать задвижку и устранить повреждение Разобрать задвижку и удалить осадок

ме. При дросселировании в арматуре образуются большие скорости в отверстиях седла, что создает условия для возникновения процессов кавитации, эрозионного изнашивания плунжера и седла и увеличенного уровня шума.

Техническое обслуживание, возможные неисправности и способы их устранения имеют примерно тот же объем и характер, что и для запорных вентилей. В качестве дополнительного требования необходимо учитывать следующее. Малый ход регулирования означает, что диаметр седла велик. Недостаточный расход среды при полном подъеме плунжера или недостаточное давление за регулирующим вентилем означает, что седло в вентиле мало, и в том и в другом случае вентиль выбран неверно. Постепенное уменьшение хода плунжера, требуемое для обеспечения постоянных параметров процесса, может означать износ плунжера. Эксплуатация регулирующих клапанов допускается только при перепадах давления, не выше оговоренных в технической документации. При этом длительная эксплуатация их на малых ходах (менее 15% от условного хода) не рекомендуется, так как на малых щелях происходит ускоренный износ узла затвора.

При техническом обслуживании необходимо проверить состояние корпуса и крышки клапана, герметичность соединения корпуса с трубопроводом, герметичность сальникового узла и соединения корпуса с верхней и нижней крышками, наличие смазки в узле управления клапанами. Особое внимание следует уделять состоянию сальниковой набивки. В случае протечки сальника подтяжка его допускается только до определенного предела, так как при значительных усилиях затяжки значительно возрастает нечувствительность регулирующего клапана. Если добиться герметичности незначительным усилием подтяжки не удастся, то следует добавить набивочное кольцо или заменить сальниковую набивку на новую. Рекомендуется периодически проверять расход протечки в запорном органе в закрытом состоянии клапана. Значительное увеличение протечки по сравнению с указанной в технической документации свидетельствует об износе уплотнительных поверхностей седла и плунжера и о необходимости их ремонта. При проверке срабатывания клапанов следует проверять настройку местного и дистанционного указателей положения плунжера; при проверке электрических исполнительных механизмов — настройку муфт ограничения крутящего момента и установку кулачков конечных выключателей.

Периодичность контроля регулирующих клапанов зависит от условий их работы и степени ответственности обслуживаемого объекта.

Предохранительные клапаны. В связи с ответственным назначением предохранительных клапанов они всегда должны находиться в исправном состоянии, полностью открываться при давлении полного открытия и обеспечивать при этом требуемую пропускную способность в течение всего срока службы. Пропускная способность установленного предохранительного клапана обеспечивается определенной высотой подъема тарелки над седлом, поэтому подвижность системы должна сохраняться в течение всего времени эксплуатации клапана. Установленная степень герметичности запорного органа обеспечивается тщательной притиркой уплотнительных поверхностей седла и золотника. Категорически запрещается ликвидировать протечку среды в запорном органе предохранительного клапана добавлением грузов на рычаге и увеличением усилия пружины, так как это приводит к изменению его давления срабатывания. Периодически клапаны проверяются на подвижность штока путем продувки. С этой целью пружинные клапаны снабжаются специальным рычажным устройством. В рычажных клапанах продувка проводится путем подъема рычага. Настройка предохранительных клапанов периодически проверяется. На всех настроенных и эксплуатируемых предохранительных клапанах должны быть установлены пломбы, не допускающие произвольного изменения настройки клапана.

Выход из строя предохранительного клапана может создать аварийные условия: несрабатывание его может вызвать повышение давления в установке сверх допустимого и привести к разрыву труб и разрушению аппаратов. Помимо полного отказа могут быть и неисправности, приводящие к потерям пара и воды и в результате протечек. Во избежание указанных недостатков клапан должен иметь надежную конструкцию и тщательный уход в процессе эксплуатации.

По назначению предохранительные клапаны подразделяются на рабочие и контрольные. Открытие контрольного клапана должно происходить при давлении на 2—3% ниже, чем открытие рабочего клапана. Клапан должен закры-

ваться при минимальном снижении давления по сравнению с рабочим. На качество работы предохранительного клапана влияют конструкция, точность изготовления и сборки, правильный выбор материалов деталей.

В процессе эксплуатации импульсно-предохранительных устройств самое серьезное внимание следует уделять проверке работоспособности импульсных клапанов. При контроле их работоспособности следует проверять срабатывание в автоматическом режиме от повышения давления в системе и от электромагнитов. При этом срабатывание от электромагнитов рекомендуется проверять как по команде от электроконтактных манометров, так и по команде с пульта управления электромагнитами. При обратной посадке проверяется степень герметичности запорного органа импульсного клапана. Следует помнить, что значительное увеличение протечек свидетельствует о большом износе уплотнительных поверхностей. При этом с увеличением протечки ускоряется износ деталей запорного органа вследствие ускорения эрозионного износа при увеличении расхода через зазор в закрытом состоянии. Резкое увеличение протечек через импульсный клапан может привести к срабатыванию главного клапана при рабочем давлении в сосуде. Поэтому при значительном увеличении протечек импульсный клапан должен быть снят с системы и отремонтирован либо заменен новым.

Периодической проверке подлежат электроконтактные манометры (ЭКМ), используемые в системе управления импульсно-предохранительными клапанами. Рекомендуется периодически проверять включение магнитов при достижении в сосуде и на ЭКМ давления срабатывания импульсного клапана. В процессе эксплуатации необходимо периодически проверять состояние электромагнитов, предохраняя их от загрязнения и перегрева. Рекомендуется систематически, не реже одного раза в месяц, производить смазку якоря и проверять ход электромагнита. При проверке состояния ИПУ следует проверять состояние труб, связывающих импульсный клапан с защищаемым сосудом и с главным клапаном, на предмет отсутствия трещин, протечек и других дефектов. В целях ускорения срабатывания ИПУ трубопровод, соединяющий импульсный клапан с главным, и поршневая полость главного клапана должны быть теплоизолированы.

Наиболее ответственным элементом предохранительного клапана является запорный орган, через который может происходить нежелательная потеря рабочей среды. В процессе эксплуатации часто тарелка клапана неплотно садится на седло после продувки. Так, по некоторым опытным данным на энергетических объектах после каждой последующей продувки пропуск пара заметно увеличивается и доходит до 6—7 т/ч. После продувки посадка клапана происходит при пониженном давлении и бывают случаи, когда приходится значительно снижать давление (до 25%), что недопустимо для нормальной эксплуатации. В связи с этим в импульсно-предохранительных устройствах для своевременной обратной посадки главного клапана на импульсном клапане предусматривается электромагнит, который обеспечивает закрытие клапана при снижении давления в защищаемом сосуде до рабочего давления p_r . Следует иметь в виду, что по мере срабатывания (из-за эрозионного износа, попадания твердых частиц из среды на уплотнительные поверхности вследствие ударов при обратной посадке и т. п.) протечки через клапан постепенно увеличиваются. В связи с этим при увеличении протечек до расходов, ухудшающих нормальную эксплуатацию системы, клапаны должны ремонтироваться или заменяться новыми.

Иногда происходит заедание штока в крышке и тарелке клапана в направляющем отверстии седла. В рычажно-грузовых клапанах перекосы рычажной системы создают неточную передачу усилия прижима, что способствует возникновению заеданий тарелки и ухудшению условий обеспечения герметичности. Пружинные клапаны имеют более совершенную конструкцию.

Возможные неисправности предохранительных клапанов и способы их устранения приведены в табл. 5.2.

К работе с предохранительными клапанами допускается только персонал, прошедший специальную подготовку и сдавший экзамен техминимума. Исправность действия предохранительных клапанов продувкой проверяется строго в соответствии со сроками, указанными в нормативных материалах, утвержденных Госгортехнадзором, но не реже, чем через 800 ч работы и, кроме того, при остановке агрегата на плановый ремонт, а также при любом включении агрегата в работу, если производился ремонт предохранительных клапанов. Проверка

действия предохранительных клапанов должна проводиться в присутствии начальника смены с записью результатов испытания в вахтенном журнале.

Электроприводы арматуры. Электропривод является ответственным элементом арматуры и трубопроводной системы в целом, имеет сложное устройство, требует тщательного ухода и внимательного наблюдения за его состоянием. Каждый электропривод должен иметь свой формуляр, в который заносятся порядковые номера электропривода и арматуры, на которой он установлен, даты и характер ремонтов, аварийные случаи и т. п. Электропривод должен быть надежно заземлен приваренной шиной. Техническое обслуживание электропривода включает смазку, периодический осмотр, планово-предупредительный ремонт. Передачи и подшипники электропривода смазываются консистентной смазкой ЦИАТИМ-221. Ею заполняются впадины между зубьями передач, на детали наносится тонкий слой. Во избежание перегрева не допускается заполнение смазкой всего свободного объема между кольцами шариковых и роликовых подшипников. Периодичность смазки (от одного раза в месяц до одного раза в год) зависит от интенсивности работы электропривода.

Техническое обслуживание проводится во время нормальной работы электропривода в сроки, определяемые режимом его работы, но не реже одного раза в три месяца. Проверяется состояние узлов и деталей привода, степень их загрязненности, возможное действие коррозии, наличие смазки в червячном редукторе и в путевом выключателе, действие сигнализации и путевого выключателя, изоляция кабеля силовой сети и цепей управления, состояние заземления, надежность сцепления кулачковых муфт. Проверяется крепление привода к арматуре, электродвигателя к редуктору, путевого выключателя к приводу. Замеченные неисправности устраняются. Результаты осмотра заносятся в формуляр за подписью ответственного лица, производившего технический осмотр. Возможные неисправности электроприводов и способы их устранения приведены в табл. 5.3. Для планово-предупредительного ремонта электропривод снимают с арматуры и направляют в ремонтную мастерскую, а взамен снятого устанавливают запасной.

К управлению электроприводом допускается только персонал, проинструктированный надлежащим образом и имеющий требуемую квалификацию. Электроприводы должны обслуживаться в соответствии с установленными правилами эксплуатации электрических установок; установленные под оболочкой электроприводы находятся в особых условиях эксплуатации.

Электромагнитные запорные клапаны и электромагнитные распределители используются для дистанционного отбора проб, управления пневмо- и гидроприводами арматуры и другого оборудования. Наиболее ответственным элементом в них является электромагнитный привод. Электромагнитами снабжаются также импульсные клапаны ИПУ и некоторые предохранительные клапаны прямого действия, к которым предъявляются требования о наличии принудительного открытия. Подводящие и соединительные каналы электромагнитной арматуры, как правило, имеют небольшой диаметр. Это вызывает необходимость в процессе эксплуатации следить за чистотой и давлением управляющей среды (обычно воздуха под давлением). В системах управления должны быть предусмотрены фильтры, которые необходимо периодически очищать от осадков. Необходимо избегать попадания на обмотки масла, влаги и других веществ, могущих ухудшить изоляционные свойства обмотки.

Следует периодически при ремонтах контролировать состояние подвижных соединений и высоту хода сердечников, размеры зазоров между золотниками и седлами, не допускать попадания пыли, грязи, твердых осадков. Следует контролировать состояние контактов на электроаппаратуре и очищать их от нагара. Проверять состояние пружин, мембран, герметичность перекрытия седел клапанов. Температура в помещениях, где устанавливается электромагнитная арматура, не должна вызывать перегрева обмоток электромагнитов. Допускаемая температура окружающего воздуха, при которой допускается эксплуатация электромагнита, указывается в технической документации на арматуру. Возможные неисправности электромагнитных приводов и способы их устранения приведены в табл. 5.4.

Арматура, расположенная в зоне строгого режима или в труднодоступных местах, часто управляется с использованием дистанционного привода в виде ко-

Таблица 5.2. Возможные неисправности предохранительных клапанов и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Нарушена герметичность запорного органа. Значительно увеличались протечки	Изношена или повреждена уплотнительная поверхность золотника и седла	Разобрать клапана, притереть или отремонтировать и притереть уплотнительные поверхности золотника и седла
Нарушена герметичность сиффона. Пропуск среды по штоку	Вышел из строя сиффон	Разобрать клапан, заменить сиффонную сборку на новую из ЗИПа
Нарушена герметичность между корпусом и сиффонной сборкой	Ослаблено соединение корпуса с крышкой	Подтянуть гайку
Пропуск среды через прокладку	Вышла из строя прокладка	Разобрать клапан и заменить прокладку. Для клапанов, у которых имеется дублирующая мембрана, обварить мембраны
Нарушена работа электромагнитов. Клапан от магнитов не открывается или не закрывается	Отсутствие тока в электросети	Проверить и обеспечить поступление электротока к электромагнитам
	Отпаялись провода электромагнита	Припаять провода электромагнита
	Поломка пружины	Разобрать клапан и заменить пружину
Пружинный клапан не закрывается. Падение давления в системе до клапана		
Главный клапан не открывается на полный ход при давлении полного открытия	Заедание подвижных частей главного клапана	Разобрать клапан, проверить состояние и отремонтировать направляющие поверхности поршня, цилиндра, золотника и направляющей. Собрать клапан, проверить плавность перемещения

Таблица 5.3. Возможные неисправности электроприводов и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
	Ручное управление	
При переключении привода на ручное управление маховик вращается вхолостую	Кулачки муфт не сцепляются; кулачки муфт сломаны; лопнула головка штока или тяги; сорвана шпонка на шлицевом валу червяка или на маховике	Проверить сцепление муфт и шестерен узла ручного управления, устранить неисправность

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
При переключении привода с электрического и обратно тяга не перемещается или туго ходит	Штифты задевают стенки пазов червяка; заедание штока или тяги в направляющих; сломана пружина	Осмотреть узел ручного управления и блокировки, проверить состояние штифтов и пружины.
Усилие на маховике возрастает настолько, что невозможно открыть или закрыть задвижку	Заедание кулачковых муфт на валу червяка Заедание подвижных частей арматуры или электропривода	Заменить поврежденные детали Проверить состояние кулачковых муфт червяка и шпонок на нем Вращая маховики в обратную сторону, повторить закрывание или открывание. Если заедание не ликвидируется, выяснить причину и устранить неисправность
Во время хода стрелка указателя не вращается	Неисправность передачи от приводного вала привода к кулачковому валику путевого выключателя Ослаб винт, стопорящий диск со стрелкой Электрическое управление	Проверить передачу, устранить неисправность Открыть указатель, снять стекло и подтянуть стопорный винт
При нажатии на пусковые кнопки электродвигатель не вращается	Неисправна силовая цепь или пускатель Нет напряжения на щите управления Электропривод не переключен на электрическое управление Срезана шпонка на червяке или на валу электродвигателя	Проверить силовую цепь и магнитный пускатель. Устранить неисправность пускателя Подать напряжение на щит управления Перевести электропривод на электрическое управление Разобрать привод, выявить неисправность и устранить
При нажатии на пусковые кнопки двигатель вращается вхолостую, а электропривод стоит В крайних положениях запорного органа арматуры сигнальные лампы не горят	Ослаб стопорный винт, и муфта на валу электродвигателя продвинулась к подшипнику Перегорели лампы Отсутствует напряжение Электропривод остановлен в промежуточном положении запорного органа	Снять электродвигатель, поставить муфту на место и застопорить винтом Заменить лампы Проверить цепь управления Проверить по местному указателю положение запорного органа и пустить привод, нажав соответствующую кнопку

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Одновременно горят лампы «Закрыто» и «Открыто»	Замыкание между проводами, идущими к путевому выключателю	Отключить от путевого выключателя сигнальные провода и устранить замыкание
Во время хода электропривода в сторону закрывания загорелась лампа сигнализации муфты, и электродвигатель отключился	Заедание подвижных частей арматуры или привода	Выяснить причину заедания и устранить
При пуске электропривода с двухсторонним ограничением крутящего момента из положения полного закрывания в сторону открывания проход арматуры не открывается и загорается лампа сигнализации муфты	Недостаточный крутящий момент в сторону открывания, срабатывает муфта ограничения крутящего момента	Отрегулировать муфту ограничения крутящего момента
При достижении положения «Закрыто» электродвигатель автоматически не отключается	Ослаб кулачок закрывания	Проверить настройку кулачков и исправность микровыключателей и, если нужно, заменить неисправный
При достижении положения «Открыто» электродвигатель автоматически не отключается	Неисправность выключающего механизма муфты ограничения крутящего момента	Отрегулировать муфту, проверить исправность и, если нужно, заменить микровыключатель
При достижении положения «Открыто» электродвигатель автоматически не отключается	Ослаб кулачок открывания	Проверить настройку и произвести регулировку в положении «Открыто»
Недопустимые протечки среды между уплотнительными поверхностями арматуры	Неисправен микровыключатель	Проверить и, если нужно, заменить микровыключатель
Недопустимые протечки среды между уплотнительными поверхностями арматуры	Недостаточный крутящий момент	Отрегулировать муфту крутящего момента
Между уплотнительными поверхностями арматуры попали твердые частицы	Сработались или повреждены уплотнительные поверхности арматуры	Прочистить проход и уплотнительные поверхности арматуры
		Отремонтировать уплотнительные поверхности

лонок дистанционного управления (КДУ) с электроприводом или с ручным управлением. Вращательное движение от КДУ к арматуре передается при помощи привода, состоящего из валов (штанг), шарнирных муфт и конических зубчатых передач. Регулирующие и дроссельные клапаны могут иметь рычажный узел с дистанционным управлением с помощью штанг или тросов. В процессе эксплуатации необходимо осуществлять техническое обслуживание дистанционных передач и содержать их в работоспособном состоянии. Шарнирные муфты и зубчатые передачи должны смазываться консистентной смазкой. Необходимо проверять прочность крепления опор, подшипников шарнирных муфт и коробок зубчатых передач. Валы (штанги) при вращении не должны заедать или задевать за стенки, элементы конструкции и пр. Один конец передающей штанги соединяется с шарнирной муфтой неподвижно, другой конец с другой муфтой соединяется при помощи скользящего квадрата, который должен периодически смазываться и

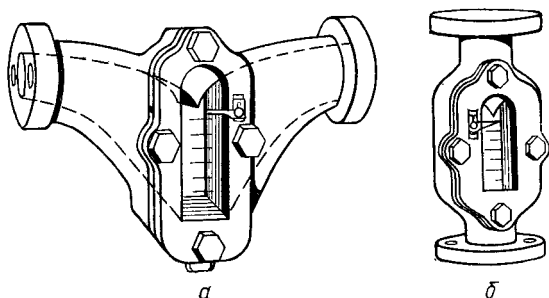


Рис. 5.1. Вапоскопы:

а — для установки на горизонтальном трубопроводе; б — для установки на вертикальном трубопроводе.

очищаться от оседающей пыли. Углы отклонения шарнирных муфт от оси вращения, как правило, не должны превышать 30° ; крутящие моменты, передаваемые через шарнирные муфты для управления арматурой, не должны превышать значений, указанных в паспортах и технических описаниях на арматуру.

Конденсатоотводчики. В соответствии с Правилами [9] на АЭС предусматривается обязательный непрерывный отвод конденсата через конденсатоотводчики или другие устройства от паропроводов насыщенного пара и от тупиковых участков паропроводов перегретого пара. В основном используются конденсатоотводчики термодинамические и поплавковые. Большие массы охлажденного конденсата отводятся с помощью поплавковых конденсатоотводчиков, работающих по принципу регуляторов уровня.

В процессе эксплуатации контроль за работой конденсатоотводчиков осуществляется при помощи вапоскопа, а в случае отвода охлажденного конденсата без образования пара вторичного вскипания при помощи обычных смотровых стекол. Вапоскоп (рис. 5.1) представляет собой усовершенствованное смотровое стекло, в корпусе которого имеется отделительная камера с выступом. При отсутствии пролетного пара уровень конденсата достигает отделительного выступа. Относительное количество пролетного пара оценивается по шкале на приборе. Для лучшей видимости в вапоскопе стекла расположены с обеих сторон, а при установке в затемненном помещении позади вапоскопа устанавливается осветительная лампочка. Точный расход потерь пролетного пара определяется с использованием калорифера, представляющего собой бак с холодной водой, в который выпускают определенное количество конденсата. По разности температур воды в калориметре до и после поступления конденсата и по количеству воды в калориметре и поступившего конденсата можно определить количество пролетного пара, находившегося в конденсате.

За конденсатоотводчиками должно быть установлено систематическое наблюдение и обеспечен своевременный технический уход.

Таблица 5.4. Возможные неисправности электромагнитного привода клапана и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Клапан не открывает-ся электромагнитным приводом. Из напорного трубопровода не проис-ходит подача среды	Перегорела катушка электромагнита Нет контакта в клем-мах Снижено сопротивле-ние катушки более допу-стимого Отсутствует напряже-ние в электрической сети	Заменить катушку Проверить контакты в клеммах Просушить катушку Проверить подачу напря-жения
Клапан не закрывает-ся при обесточенном электромагните Поток рабочей среды не прекращается	Повреждена мембрана Сломана пружина в электромагнитном приво-де Засорились перепуск-ные отверстия в золот-нике Залипает сердечник электромагнита Ручной дублер не вы-вернут до отказа	Заменить мембрану Заменить пружину Прочистить перепускные отверстия Заменить пружину элект-ромагнита; заменить сер-дечник; заменить электро-магнит Проверить положение дублера и при необходи-мости вывернуть его вниз до отказа

Таблица 5.5. Возможные неисправности поплавковых конденсатоотводчиков и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Вместе с конденсатом проходит пар	В конденсатоотводчике с от-крытым поплавком скопилось грязь в поплавке или в нем об-разовалось отверстие Конденсатоотводчик смонти-рован неверно: в обратном на-правлении Под затвор попали твердые частицы Изношены затвор или седло Перекошена рычажная систе-ма Большие зазоры в шарнирах рычагов	Очистить поплавков от грязи, отремонтировать или заменить поплавков Смонтировать правильно, с учетом направления входа и выхода конденсата Продуть выпускное отвер-стие в седле. Разобрать кон-денсатоотводчик и устранить неисправность Разобрать и заменить изно-шенные детали Устранить неисправность Заменить дефектные детали

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Чрезмерное скопление конденсата при работающем конденсатоотводчике	Заедание в подвижных со- пряжениях Засорено выпускное отвер- стие в седле Недостаточна пропускная способность конденсатоотвод- чика Конденсатоотводчик установ- лен выше конденсатного па- трубка теплопотребляющего аппарата Высокий подъем конденсато- отвода за конденсатоотводчи- ком Большое гидравлическое со- противление в конденсатопро- воде Скопление в конденсатоот- водчике воздуха или других газов	Устранить заедание Разобрать конденсатоотвод- чик и прочистить отверстие Заменить конденсатоотвод- чик на больший. Заменить сед- ло на седло с большим отвер- стием Установить конденсатоот- водчик ниже конденсатного па- трубка теплопотребляющего аппарата Понизить подъем, который не должен превышать 70% дав- ления греющего пара, выра- женного в метрах водяного столба Уменьшить сопротивление (увеличить диаметр), выпря- мить изгибы, устранить внезап- ные сужения и расширения тру- бопроводов Увеличить диаметр конденса- топровода между теплопотреб- ляющим аппаратом и конденса- тоотводчиком. Установить газо- вую оттяжку. Воздушный кра- ник держать приоткрытым
Конденсат не проходит через конденса- тоотводчик	Один конденсатопровод об- служивает несколько аппара- тов, работающих на различных режимах В конденсатоотводчике засо- рено выходное отверстие в седле На конденсатопроводе за- крыты вентили В конденсатоотводчике с за- крытым поплавком слишком тяжел поплавок либо в нем течь и он потерял плавучесть В конденсатоотводчике с от- крытым поплавком слишком легкий поплавок Заедание в подвижных со- пряжениях рычажной системы	Установить одинаковый ре- жим работы аппаратов либо смонтировать несколько кон- денсатоотводчиков Разобрать конденсатоотвод- чик и прочистить отверстие в седле Открыть вентили на conden- сатопроводе Заменить поплавок исправ- ным требуемой массы или его отремонтировать Утяжелить поплавок до рас- четной массы Разобрать конденсатоотвод- чик и устранить заедание

При прогреве трубопроводов и систем, когда происходит усиленное образование конденсата, обводные линии (внутренние и наружные) конденсатоотводчика должны быть открыты, их закрывают после окончания прогрева при переходе системы на установившийся режим работы. Из конденсатоотводчиков необходимо выпускать воздух и другие газы, скапливающиеся в нем и препятствующие поступлению конденсата. Некоторые конструкции имеют устройства для автоматического выпуска газа или газовые оттяжки; при их отсутствии необходимо периодически продувать конденсатоотводчик, для чего открывают верхний воздушный краник либо его держат несколько приоткрытым.

При загрязненном конденсате периодически продувается выпускное отверстие седла. Если конденсатоотводчик расположен в таком месте, где возможно замерзание в нем конденсата, то после прекращения работы конденсат должен быть слит через нижний спускной кран. Кран закрывается только перед началом работы.

Периодически следует контролировать качество работы конденсатоотводчика, что оценивается по количеству пролетного пара в конденсате. В случаях больших пропусков пара или других неисправностей конденсатоотводчик вскрывается, осматривается и обнаруженные неисправности устраняются. Некоторые неисправности конденсатоотводчиков и способы их устранения приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.6. Основные технические данные и характеристики

Параметр		Показатель
Проход условный D_y , мм Давление p_D , МПа (рабочее, условное) Рабочая среда Температура рабочей среды, °C Направление подачи рабочей среды Установочное положение Пропускная способность $K_v \text{ макс}$, м³/ч Коэффициент гидравлического сопротивления Допускаемый перепад давления, МПа Пропускная характеристика Допускаемые протечки в запорном органе, см³/мин Температура окружающей среды, °C Изготовление и поставка Класс арматуры по ТУ Масса, кг		
Привод	Крутящий момент на резьбовой втулке, Н·м Ручной или дистанционный привод Управляющее давление $p_{упр}$, МПа Пневмо- или гидропривод	
	Тип Паспорт	
	Электропривод	Настройка муфты крутящего момен- та
	на открытие	на закрытие

Таблица 5.7. Данные о материалах основных деталей

№ п. п.	Наименование детали	Марка материала	ГОСТ или ТУ	Вид и режим термообработки
1	Корпус			
2	Крышка			
3	Шток (шпиндель)			
4	Клин (золотник)			
5	Сильфон			
6	Крепежные детали главного разъема: шпилька, болт гайка			

Примечание. Для арматуры с $Dy \geq 200$ мм I и II контуров завод-изготовитель представляет данные о механических свойствах, химическом составе и результатах контроля основного металла в объеме, предусмотренном ГОСТ или ТУ. Данные представляются на корпус, крышку и крепеж.

Таблица 5.8. Данные приемо-сдаточных испытаний

Наименование узла, детали	Вид испытаний	Давление, МПа	Среда	Результаты испытаний
Корпус	На прочность	$p_{пр}$	Вода	
Изделие в сборе	На плотность	p_p	Воздух	
	На прочность и плотность	$p_{пр}$		
	На герметичность относительно внешней среды	p_p		
	На герметичность запорного органа	p_p		
	На работоспособность	10 циклов открыто — закрыто	—	
Пневмопривод	На герметичность	$p_{упр}$	—	

Таблица 5.9. Химический состав основного металла (корпуса, крышки, крепежных деталей)

Наименование узла, номер чертежа	Марка металла	ГОСТ или ТУ	Содержание, %

Конденсатоотводчики подлежат техническому обслуживанию с выполнением требуемых операций по чистке, регулировке, устранению протечек. Конденсатоотводчики должны обслуживаться с учетом требований инструкций по эксплуатации.

Техническое состояние арматуры, находящейся на хранении, должно периодически контролироваться. Выборочно, не реже одного раза в 6 месяцев, для арматуры из углеродистой стали, и одного раза в 12 месяцев, для арматуры из коррозионно-стойкой стали, следует контролировать состояние консервации и по мере необходимости последнюю восстанавливать.

Ответственная арматура как находящаяся в эксплуатации, так и хранящаяся в резерве должна иметь документацию, характеризующую ее назначение и техническое состояние, основным документом является технический паспорт изделия, в котором отражаются наиболее важные параметры изделия. Ниже приведены технические данные арматуры, которые приводятся в техническом паспорте арматуры (табл. 5.6—5.11).

5.3. ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ АРМАТУРЫ

Арматура, поступающая в эксплуатацию без паспорта, гарантийных пломб или прошедшая ремонт, должна испытываться на прочность конструкции и плотность металла, на герметичность запорного органа и на работоспособность изделия. При испытании необходимо точно определить место пропуска для принятия мер по его ликвидации. Испытание арматуры проводится на стендах, конструкция и степень механизации которых зависят от уровня специализации и объема испытаний.

Правилами [9] предписывается проводить гидроиспытания оборудования АЭС с давлением

$$p_r = 1,25 p_p [\sigma_n]^{t_r} / [\sigma_n]^{t_p},$$

где $[\sigma_n]^{t_r}$, $[\sigma_n]^{t_p}$ — допустимые напряжения для корпусных деталей при температуре гидравлического испытания t_r и рабочей температуре t_p . Давление p_r , вычисленное по вышеприведенной формуле, меньше $p_{пр}$ по ГОСТ 356—80 — давления гидравлического испытания арматуры на заводах-изготовителях, в соответствии с которым принимается $p_{пр} = z p_y$, где p_y — условное давление, МПа; z — коэффициент: при $p_y \leq 100$ кПа $z = 2$; при $0,1 < p_y \leq 20,0$ МПа $z = 1,5$ и при $20,0 < p_y \leq 40,0$ МПа $z = 1,4$. При рабочем давлении ниже 0,1 МПа пробное давление превышает рабочее на 0,1 МПа, этим давлением проводится также испытание на герметичность. Для испытания вакуумной арматуры принимается $p_{пр} = 0,15$ МПа.

В тех случаях, когда арматура изготавливается из материалов, отсутствующих в ГОСТ 356—80, значение $p_{пр}$ также может быть определено по формуле $p_{пр} = z p_y$, где условное давление

$$p_y = p_y \sigma_{доп(20)} / \sigma_{доп(t)}.$$

Здесь $\sigma_{доп(t)}$ и $\sigma_{доп(20)}$ — допускаемые напряжения на растяжение материала корпусных деталей при рабочей температуре t и 20° С соответственно. Для сталей при температуре до 200° С $\sigma_{доп(20)} / \sigma_{доп(t)} = 1$.

Температура при гидроиспытаниях арматуры из аустенитных сталей может быть любой выше 5° С. Арматура из углеродистых сталей должна испытываться при температуре на 30° С выше критической температуры хрупкости. Допускается проведение гидравлических испытаний арматуры из углеродистых сталей при нормальной температуре, если будет выполнено одно из следующих условий:

- 1) максимальная толщина стенок элементов, находящихся под давлением, не превышает 15 мм;
- 2) общие мембранные напряжения не превышают меньшего из двух значений $\sigma_{\tau}^t \sqrt{3/s_n}$ или $0,3\sigma_{\tau}^t$, где σ_{τ}^t — предел текучести материала при рабочей температуре, s_n — наибольшая толщина стенки элемента, мм.

Гидравлические испытания на прочность и плотность металла деталей и сварных швов проводятся до окраски изделий. Время выдержки изделий под пробным давлением должно быть не менее 10 мин. После выдержки давление снижается до 4/5 пробного давления и проводится тщательный осмотр изделия. Давление при осмотре должно поддерживаться постоянным. Пропуск воды и потение через металл и сварные швы не допускаются.

Испытанию давлением $p_{пр}$ должны подвергаться все полости арматуры, заполняемые рабочей средой, поэтому арматура испытывается при открытом запорном органе, но с заглушенными проходными отверстиями. Литые детали при испытании на прочность простукиваются свинцовым или медным молотком массой 0,8—1,0 кг в целях лучшего выявления протечек. Детали, в которых при испытаниях выявлены течь или потение, после исправления заваркой должны быть подвергнуты повторному испытанию под давлением $1,2p_{пр}$.

В целях предохранения внутренних поверхностей корпусных деталей от коррозии для испытания иногда используется 5-процентный водный раствор моющего препарата МЛ-2 по СТУ 27-31-15—62.

Герметичность запорного органа проверяется испытанием изделия воздухом или водой под давлением, равным условному или рабочему, либо пониженному давлению, значение которого указывается в технической документации. В закрытом положении запорная арматура не должна пропускать среду из одной части трубопровода в другую. Однако в ряде случаев нет необходимости предъявлять к арматуре особо высокие требования в отношении герметичности, поскольку иногда некоторая незначительная протечка среды допустима, а обеспечение абсолютной герметичности запорного органа технически сложно и экономически бывает неоправдано [4]. В связи с этим разработана классификация арматуры по классам герметичности с соответствующими нормами допустимой протечки, предусмотренными ГОСТ 9544—75. Класс герметичности устанавливается в зависимости от назначения арматуры:

1-й класс — арматура для взрывоопасных и токсичных сред;

2-й класс — арматура для пожароопасных сред;

3-й класс — арматура для остальных сред.

Нормы герметичности по ГОСТ 9544—75 распространяются на арматуру $D_y = 3 \div 2000$ мм для давлений $p_y = 0,1 \div 20$ МПа. В табл. 5.12 и 5.13 приведены некоторые данные норм герметичности при испытаниях арматуры водой в табл. 5.13 и 5.14 — при испытаниях арматуры воздухом.

При испытании запорной арматуры АЭС основных контуров рекомендуемые классы герметичности 1-й и 2-й. Как правило, сильфонные вентили и клапаны должны иметь 1-й класс герметичности; задвижки $D_y \leq 300$ мм — 1-й класс, задвижки $D_y > 300$ мм — 2-й класс герметичности.

Для арматуры 1-го и 2-го классов герметичности предусмотрены нормы при испытаниях воздухом или водой, для арматуры 3-го класса — только водой. При испытании водой допустимый расход протечки не зависит от условного или рабочего давления; при испытании воздухом, в связи со сжимаемостью газа, нормы дифференцированы в зависимости от p_y или p_p . Погрешность измерений

Таблица 5.12. Нормы герметичности вентилях некоторых D_y при испытании водой давлением p_y или p_p

D_y , мм	Допустимый пропуск воды, см ³ /мин. для вентилях классов герметичности			D_y , мм	Допустимый пропуск воды, см ³ /мин. для вентилях классов герметичности		
	1	2	3		1	2	3
10	0,01	0,01	0,01	50	0,02	0,05	0,2
15	0,01	0,01	0,03	65	0,03	0,08	0,3
25	0,01	0,02	0,06	100	0,05	0,15	0,5
32	0,01	0,03	0,09	150	0,10	0,25	1,0

Таблица 5.13. Нормы герметичности запорной арматуры некоторых D_y , кроме вентилях, при испытании водой давлением p_y или p_p

D_y , мм	Допустимый пропуск воды, см ³ /мин. для запорной арматуры (кроме вентилях) классов герметичности			D_y , мм	Допустимый пропуск воды, см ³ /мин. для запорной арматуры (кроме вентилях) классов герметичности		
	1	2	3		1	2	3
25	0,02	0,06	0,2	300	0,8	2,5	8
50	0,06	0,18	0,6	400	1,3	4	13
65	0,09	0,25	0,9	600	2,4	7,0	24
100	0,16	0,50	1,6	800	3,5	10	35
150	0,3	0,9	3	1000	5,0	15	50
200	0,45	1,3	4,5				

расхода протечки не должна превышать $\pm 0,01$ см³/мин для пропуска до 0,1 см³/мин и 10% для пропуска свыше 0,1 см³/мин.

Нормы герметичности, приведенные в ГОСТ 9544—75, устанавливают допустимый расход протечки при испытаниях условным или рабочим давлением по ГОСТ 356—80 и температуре испытательной среды $20 \pm 10^\circ \text{C}$. При испытаниях в других условиях допустимый расход протечки среды должен пересчитываться по методикам, приведенным в нормативно-технической документации. Используются следующие формулы.

При испытаниях воздухом

$$u = 10KnD_y^{3/2} (p + 0,2),$$

где u — допустимый расход протечки воздуха, см³/мин; D_y — условный диаметр прохода, мм; p — давление среды, МПа; K — коэффициент, зависящий от класса герметичности: $K = 1$ для 1-го класса, $K = 3$ для 2-го класса герметичности; n — коэффициент, зависящий от типа арматуры: $n = 7,5 \cdot 10^{-4}$ — для вентилях; $n = 2,6 \cdot 10^{-3}$ — для запорной арматуры, за исключением вентилях.

При испытаниях водой

$$u_1 = KmD_y^{3/2},$$

где u_1 — допустимый расход протечки воды, см³/мин; $K = 1$ для 1-го класса, $K = 3$ для 2-го, $K = 10$ для 3-го класса герметичности; m — коэффициент, зависящий от типа арматуры: $m = 5 \cdot 10^{-5}$ — для вентилях, $m = 1,6 \cdot 10^{-4}$ — для запорной арматуры, за исключением вентилях.

Практика испытаний показывает, что в подавляющем большинстве случаев негерметичность достаточно надежно выявляется при испытаниях воздухом давлением 0,5—0,6 МПа, дальнейшее повышение давления редко изменяет результат испытаний. В связи с этим в последнее время наметилась тенденция проверять герметичность арматуры воздухом давлением 0,6 МПа взамен испытаний условным или рабочим давлением рабочей средой. ЦКБА рекомендует для расчета допустимого расхода протечки воздуха давлением 0,6 МПа пользоваться формулой

$$u_2 = K_2 u,$$

где u_2 — допустимый расход протечки воздуха при испытаниях давлением 0,6 МПа; u — допустимый расход протечки среды при испытаниях герметичности арматуры условным давлением рабочей среды, см³/мин; K_2 — безразмерный коэффициент пересчета (табл. 5.16).

При испытаниях на герметичность закрытие арматуры производится при действии номинального рабочего давления расчетным крутящим моментом на маховике или электроприводе; давление в пневмо- или гидроприводе при закры-

Таблица 5.14. Нормы герметичности вентиляй при испытании воздухом

D_y , мм	1-й класс							2-й класс						
	Допустимый пропуск воздуха, см ³ /мин, при давлении p_y или p_p , МПа							Допустимый пропуск воздуха, см ³ /мин, при давлении p_y или p_p , МПа						
	0,6	1,0	2,5	4,0	6,4	10	16	20	0,6	1,0	2,5	4,0	6,4	10
10	0,2	0,3	0,6	1,0	1,5	2,5	3,5	4,5	0,5	0,9	1,5	2,5	4	7
15	0,3	0,4	1,0	2,0	3,0	4,0	7,0	9,0	0,9	1,3	3,5	5	9	12
25	0,8	1,0	2,0	3,0	6	10	15	20	2,5	3,5	7	10	18	25
32	1,2	1,5	3,5	6	8	12	18	30	3,5	5	10	18	25	40
50	2	3	7	10	17	26	30	55	6	9	20	30	50	80
65	3	4	10	15	25	40	55	70	9	13	30	45	80	120
100	6	9	18	30	45	70	120	150	18	25	50	90	130	220
150	12	16	35	50	90	150	200	300	35	45	100	150	250	450
														600
														900

Таблица 5.15. Нормы герметичности запорной арматуры, кроме вентиляй, при испытании воздухом

D_y , мм	1-й класс							2-й класс						
	Допустимый пропуск воздуха, см ³ /мин, при давлении p_y или p_p , МПа							Допустимый пропуск воздуха, см ³ /мин, при давлении p_y или p_p , МПа						
	0,6	1,6	2,5	4,0	6,4	10	16	20	0,6	1,6	2,5	4,0	6,4	10
100	20	45	60	100	150	250	400	500	60	140	180	300	450	800
150	40	90	120	180	300	500	700	1000	120	250	350	550	900	1500
200	55	120	180	270	450	700	1100	1500	150	350	550	800	1400	2000
300	110	250	350	550	900	1300	2200	2600	350	800	1000	1500	2500	4000
400	150	350	500	800	1300	2000	3300	4200	450	1000	1500	2500	4000	6500
600	280	650	1000	1500	2400	4000	6000	8000	800	2000	3000	4500	7000	12000
800	450	1000	1500	2300	3600	6000	9000	12000	1400	3000	4500	7000	10000	18000
														25000
														35000

Таблица 5.16. Значения коэффициента K_2

Среда	Условное давление, МПа					
	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0	6,5
Воздух	1,0	0,4	0,17	0,071	0,029	0,011
Вода	220	132	82	53	33	21

вании должно быть минимально допустимым. Герметичность вентиля и клапанов проверяется с подачей среды «под клапан» или «на клапан» в зависимости от назначения арматуры, согласно данным технической документации. Испытание задвижек проводится с поочередной подачей испытательной среды с каждой стороны, причем давление создается со стороны, противоположной той, которая осматривается. Герметичность обратных клапанов и захлопок следует испытывать при нескольких давлениях, начиная с наименьшего, на которое они предназначены.

Для обнаружения и измерения расхода протечки испытательной среды применяются различные методы и приборы. Наиболее просто обнаруживается пропуск воды. Для арматуры больших диаметров прохода применение люминесцентных жидкостей позволяет ускорить обнаружение мест протечек. Расход протечки определяется по количеству просочившейся воды. При испытаниях воздухом пропуск может быть обнаружен путем его отвода по резиновой трубке в резервуар с водой. Для этого арматура со стороны контролируемого патрубка должна быть перекрыта заглушкой с резиновой прокладкой, заглушка снабжается штуцером для отвода воздуха. Объем полости со стороны отвода воздуха должен быть минимальным. Для измерения расхода протечки воздухом по резиновой трубке отводится в стеклянную трубку или стеклянный сосуд с делениями, наполненный водой; количество определяется по объему вытесненной воздухом воды. Большие расходы воздуха измеряются ротаметром. Наиболее чувствительным является прибор в виде водяного дифманометра из U-образной стеклянной трубки диаметром 6—8 мм, заполненной подкрашенной водой. Прибор подсоединяется к полости выходного патрубка через штуцер заглушки.

Обнаружить место пропуска можно по появляющимся пузырькам, если навести кистью на контролируемое место мыльный раствор. Арматуру малых диаметров прохода при испытании воздухом можно погружать в воду в собранном виде. Может быть использован также следующий способ испытания воздухом герметичности запорного органа. Вентиль или задвижка устанавливаются на стенд или приспособление так, чтобы ось проходных отверстий располагалась вертикально. Изделие закрывается расчетным крутящим моментом. Полость верхнего проходного отверстия заливается водой, а в полость нижнего проходного отверстия через приспособление или штуцер в заглушке подается сжатый воздух. Герметичность запорного органа контролируется по пузырькам, проходящим через слой воды.

При испытаниях на герметичность запорного органа одновременно проверяется герметичность сальникового и прокладочных соединений — пропуск среды не допускается.

Запорный орган и прокладочные соединения задвижек испытываются водой или 5-процентным водным раствором моющего препарата МЛ-2 после двукратного закрытия и открытия задвижки с проверкой герметичности с обеих сторон (при открытых патрубках путем создания в полости затвора давления p_y или p_p после каждого закрытия. Задвижки закрываются крутящим моментом, указанным в технической документации изделия. Открытие следует производить при одностороннем давлении, равном p_y или p_p . Задвижки $D_y = 800$ мм на $p_p = 10$ МПа следует открывать при давлении 2,5 МПа.

Во время испытания кроме герметичности запорного органа проверяется легкость хода (отсутствие заеданий) подвижных деталей. Класс герметичности

запорного органа должен соответствовать установленному технической документацией. Протечки через прокладочные соединения не допускаются. Смазка уплотнительных поверхностей не допускается, перед испытанием уплотнительные поверхности должны быть обезжирены и протерты чистой тканью.

При испытании сальникового уплотнения на герметичность два раза поднимается и опускается затвор на весь рабочий ход. В сальниковом узле с отводом возможных протечек среды испытанию на герметичность условным или рабочим давлением подвергается набивка нижнего (основного) сальника, набивка верхних сальников испытывается давлением 0,6 МПа. Подача среды осуществляется через отверстие для отвода протечек. Протечки через сальниковые уплотнения не допускаются.

При наличии в задвижке верхнего уплотнения оно испытывается на герметичность после двукратного его перекрытия с усилием на маховике привода, указанным в технической документацией. Испытание проводится под условным или рабочим давлением воды, подаваемой в полость затвора при отсутствии набивки в сальниковой камере. Крутящий момент на маховике при перекрытии верхнего уплотнения должен соответствовать данным чертежа. Протечки через верхнее уплотнение не допускаются. Иногда проводят предварительное испытание герметичности верхнего уплотнения до установки крышки на корпусе. При этом сальниковая камера без набивки заглушается специальным уплотнением с верхней стороны, вода подается через дренажную трубку, а наблюдение ведется со стороны внутренней полости крышки.

При гидравлических испытаниях должно быть обеспечено полное вытеснение воздуха из внутренней полости испытываемого изделия. После испытаний вода должна быть полностью удалена, а изделие просушено.

Помимо сплошного контроля гидравлическим испытанием паровые задвижки энергетической арматуры на заводах-изготовителях подвергаются выборочным испытаниям паром. При паровых испытаниях допустимые протечки через запорный орган не должны превышать 0,5 г/мин конденсата на каждый сантиметр периметра уплотнения, рассчитанного по среднему диаметру. Допустимые установившиеся протечки для задвижек через нижний сальник при нижнем и верхнем положении затвора не должны превышать следующих значений, г/мин:

Положение затвора	$D_y=100 \div 150$ мм	$D_y=200$ мм	$D_y=300$ мм	$D_y=400$ мм
Нижнее	2	3	4	5
Верхнее	0,1	0,15	0,2	0,25

Время выдержки арматуры под давлением при испытаниях на герметичность запорного органа должно быть не менее 3 мин. Образование на краях уплотнительных колец росы, не превращающейся за время не более 10 мин в стекающие капли, дефектом не считается. Арматура, имеющая передачи или электропривод, испытывается в сборе с последними.

Испытание регулирующей арматуры на герметичность проводят только в том случае, если заказчиком согласовано значение расхода допустимых протечек, так как норм герметичности для регулирующей арматуры АЭС не установлено. Например, пропуск воды через регулирующий орган клапанов $D_y = 250$ и 500 мм на $p_p = 4$ МПа при закрытом положении должен быть не более 0,05 и 0,1 м³/мин соответственно.

При испытаниях герметичности обратных клапанов допускается протечка в следующих количествах (ТУ 26-07-1162—77):

D_y , мм	25—65	100	200	300—400	600
Допустимый расход протечек воды, см ³ /мин	1	3	7	12	20

Вода подается на тарелку обратного клапана через выходной патрубок с поднятием давления до p_y или p_p . Наблюдение за протечками ведется через входной патрубок.

Герметичность запорного органа предохранительных клапанов проверяется рабочей средой давлением p_p . Допустимые протечки для предохранительных клапанов АЭС нормами АЭС не регламентированы. На практике их условно принимают по ГОСТ 9544—75.

Гидравлические испытания арматуры должны выполняться в чистых помещениях и исключать возможность загрязнения изделий и испытательных сред. Контрольно-измерительная аппаратура и стенды должны быть в технически исправном состоянии. Давление должно измеряться по двум проверенным и опломбированным манометрам, один из которых контрольный. Значения давлений должны соответствовать второй трети шкалы показаний манометра.

По окончании ремонтных работ, включая испытание и регулировку, арматуру консервируют, окрашивают и упаковывают в транспортную тару для направления на станцию или на склад для хранения. Если арматура непосредственно по окончании ремонта устанавливается сразу же на трубопровод, в выполнении этих работ нет необходимости. Консервация должна проводиться в помещении с приточно-вытяжной вентиляцией. Перед консервацией поверхности очищаются от грязи, пыли и смазки, обезжириваются уайт-спиритом при помощи волосистой кисти или бязевой салфетки, а затем просушиваются на воздухе или обдуваются сухим подогретым сжатым воздухом. При наличии ржавчины ее удаляют 10—15-процентным раствором ортофосфорной кислоты H_3PO_4 , а затем поверхности тщательно промывают 5-процентным раствором вещества ОП-7 по ГОСТ 8433—57, протирают сухой ветошью и просушивают. На обезжиренные, подготовленные для консервации внутренние поверхности изделий из углеродистых сталей наносится консервирующий 10-процентный спирт-водный раствор ингибитора Г-2. На поверхности деталей из цветных металлов (бронзы и меди) ингибитор Г-2 наносить нельзя. Покрытые поверхности просушивают на воздухе до появления кристаллов ингибитора.

Внутренние поверхности изделий из углеродистых сталей покрывают водоглицериновым раствором нитрита натрия, который состоит из следующих компонентов (массовые проценты): технический азотистокислый натрий 25%; дистиллированный глицерин 60%; кальцинированная сода 0,5—0,6%; поверхность-активное вещество ОП-7 или ОП-10 (по ГОСТ 8433—57) 0,2—0,5%; вода до 100%.

Внутренние поверхности изделий из высоколегированных сталей протирают салфеткой, смоченной уайт-спиритом, и тщательно просушивают до полного удаления влаги. По окончании консервации внутренние поверхности необходимо загерметизировать транспортными заглушками, устанавливаемыми на проходные патрубки арматуры.

Поверхности изделий, подлежащие окраске, должны быть тщательно обезжирены, после чего при помощи кисти их грунтуют в один слой эпоксидной шпатлевкой ЭП-00-10 по ГОСТ 10277—62. Слой шпатлевки просушивают в течение 24 ч при температуре 18—23° С. Неровности и шероховатости шпатлевки должны быть зачищены шлифовальной шкуркой № 4—8, а шлифовальная пыль тщательно удалена. Шпатлевка ЭП-00-10 выпускается в виде двух полуфабрикатов: шпатлевочная масса и отвердитель № 1 (50-процентный раствор гексаметилендиамина в этиловом спирте). Шпатлевочную массу смешивают с отвердителем на месте применения. Отвердитель вводят в количестве 8,5 массовых частей на 100 массовых частей шпатлевочной массы. Шпатлевка должна сохранять свои малярные качества не менее 1,5 ч.

На зашпатлеванную поверхность наносят кистью первый слой эпоксидной эмали ЭП-51 серого цвета и просушивают в течение 3 ч при температуре 18—23° С. Затем наносят второй слой эмали ЭП-51 и просушивают в течение 3 ч при температуре 18—23° С. Окрашенная поверхность должна быть однородной. Для разбавления эмали до рабочей вязкости применяется растворитель № 648 (ГОСТ 18188—72). После консервации и окраски отремонтированные изделия должны быть упакованы в транспортную тару.

Арматура должна храниться в упакованном виде при температуре от — 40 до + 30° С и относительной влажности воздуха не выше 95% при температуре 20° С.

5.4. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АРМАТУРЫ АЭС

Персонал, обслуживающий арматуру АЭС, работает в условиях, требующих строгого выполнения всех правил охраны труда и техники безопасности во избежание тяжелых последствий как для производства, так и для обслуживающего персонала.

Обслуживающий персонал обязан знать и строго выполнять инструкции по режиму работы оборудования, арматуры и трубопроводов, их обслуживанию, своевременно проверять исправность действия арматуры, контрольно-измерительных приборов и предохранительных устройств. Производственные инструкции должны быть составлены с учетом местных условий эксплуатации и утверждены в установленном порядке. Инструкции должны быть выданы под расписку обслуживающему персоналу и находиться на рабочих местах.

Специфические особенности эксплуатации арматуры состоят в том, что она находится длительное время под давлением, зачастую высоким, при высокой температуре среды без возможности обслуживания в течение длительных периодов. Во многих случаях на АЭС через арматуру транспортируются радиоактивные среды, протечки которых в окружающую атмосферу, даже кратковременно, совершенно недопустимы.

Многие трубопроводы имеют высокую температуру. В целях предотвращения ожогов и создания нормальных условий в помещениях, снижения тепловых потерь, предотвращения конденсации пара при температуре поверхности 60°C и выше трубопроводы и корпусные детали арматуры изолируются негорючими материалами, а фланцевые соединения трубопроводов — защитными футлярами.

Трубопроводы, включая трубопроводную арматуру, соединительные и фланцевые части, окрашиваются в опознавательный цвет для быстрого определения содержимого трубопроводов и облегчения управления производственными процессами. Опознавательная окраска способствует также обеспечению безопасности труда. Помимо опознавательной окраски ГОСТ 14202—69 предусматривает установку предупреждающих знаков и маркировочных щитков. На схемах аппаратов и трубопроводов, исполненных в условных цветах с указанием направления движения рабочей среды, каждому запорному устройству присваивается свой номер. Эти номера указываются в производственной инструкции по обслуживанию аппарата.

У каждого штурвала или рукоятки управления должны быть сделаны достаточно ясные и крупные надписи с указанием назначения арматуры. Направление вращения маховика вентиля или задвижки при закрывании должно указываться стрелками. Автоматически работающие запорные устройства должны иметь сигнализацию, указывающую их крайнее положение. Задвижки с невыдвижным шпинделем должны иметь указатель степени открытия. Управление арматурой должно производиться теми средствами, которые предусмотрены конструкцией. Применение для закрывания арматуры дополнительных рычагов или ключей не разрешается.

Арматура должна быть расположена в местах, удобных для управления и обслуживания. Если управление арматурой не может производиться с пола, должны быть предусмотрены соответствующие площадки. К управлению арматурой допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию и прошедшие инструктаж.

Не разрешается использование арматуры, находящейся в неисправном или аварийном состоянии. Все электроприводы должны быть надежно заземлены, токоведущие части изолированы; предохранительные устройства должны находиться в исправном состоянии.

В особых условиях эксплуатации находится арматура, установленная в зоне строгого режима в необслуживаемых помещениях. Эта арматура, как правило, имеет дистанционный привод и дистанционную сигнализацию положения затвора. Регламентные работы по обслуживанию арматуры выполняются не чаще одного раза в год. В полубслуживаемых помещениях разрешается выполнение кратковременных работ только по специальным нарядам, подписанным руководителями станции, включая начальника дозиметрической службы.

Администрация АЭС обязана содержать оборудование, арматуру и трубопроводы в соответствии с Правилами [9], обеспечивать безопасность обслуживания, исправное состояние и надежность их работы, а также назначить лицо, осуществляющее надзор за арматурой, и лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию из числа инженерно-технических работников, прошедших проверку знаний в установленном порядке. Для контроля над соблюдением санитарных норм для обслуживающего персонала предназначается санпускник станции.

Оборудование должно быть остановлено или отключено в случаях, предусмотренных производственными инструкциями, в частности:

при повышении давления сверх рабочего более чем на 10% и дальнейшем увеличении его, несмотря на соблюдение всех требований, указанных в инструкциях;

при неисправности 50% предохранительных клапанов;

при неисправности предохранительных блокировочных устройств;

при увеличении давления, температуры или активности в помещениях, где расположено оборудование;

при выходе из строя источников надежного питания электроэнергией.

В случае возникновения аварийной обстановки нарушения ядерной безопасности, повышения радиоактивности сверх установленной нормы и других подобных случаях срабатывает система аварийной сигнализации, обслуживающая все помещения, и используется телефонная и громкоговорящая связь. Во всех случаях обслуживающий персонал должен действовать в соответствии с производственными инструкциями и указаниями руководящего персонала станции.

Работа арматуры или трубопровода должна быть запрещена, если истек срок очередного освидетельствования или выявлены дефекты, угрожающие надежной и безопасной их работе, о чем должна быть произведена запись в паспорте арматуры или трубопровода с указанием причины запрещения работы.

Инспекция Госгортехнадзора осуществляет контроль за соблюдением Правил [9], который заключается в следующем:

систематический надзор за правильностью эксплуатации оборудования и трубопроводов;

проведение технических освидетельствований арматуры и трубопроводов;

контроль за проведением технических обследований в соответствии с требованиями Правил [9];

контроль за соблюдением графиков планово-предупредительных ремонтов оборудования и трубопроводов.

Систематический надзор включает проверку соблюдения правил и требований производственных инструкций по эксплуатации оборудования обслуживающим персоналом, проверку знаний обслуживающего персонала и соответствия его квалификации занимаемой должности или выполняемым работам, осмотр в доступных местах арматуры в рабочем состоянии, проверку действия запорных и регулирующих органов, контрольно-измерительных приборов и предохранительных устройств оборудования и трубопроводов.

При выявлении среди обслуживающего персонала лиц, не прошедших производственного обучения соответственно занимаемым ими должностям или обладающих неудовлетворительными знаниями, инспектор Госгортехнадзора должен требовать у администрации отстранения их от работы.

ГЛАВА 6

РЕМОНТ АРМАТУРЫ

6.1. ВИДЫ РЕМОНТОВ

Детали арматуры в процессе ее эксплуатации изнашиваются, в результате чего их размеры и форма изменяются. С наступлением предельного состояния деталей возникает отказ, и для восстановления работоспособности арматуры требуется ее ремонт. Необходимость последнего может возникнуть и вследствие внезапного отказа, вызванного заеданием подвижных сопряжений, заклиниванием затвора, поломкой деталей привода, аппаратуры и т. п. В связи с наличием на линиях, системах, установках АЭС большого количества арматуры необходимо иметь хорошо организованную службу ремонта.

Детали арматуры могут подвергаться различным видам изнашивания. Механическое изнашивание происходит в результате взаимного трения деталей, например уплотнительных колец задвижек, шпинделя и ходовой гайки в их резьбовом соединении, валов в подшипниках скольжения и т. п. Степень изме-

нений размеров и формы деталей в результате механического изнашивания (износ) зависит от действующих сил, прочности и твердости металла деталей, числа циклов срабатывания арматуры и износостойкости трущихся поверхностей. Решающую роль при механическом изнашивании могут играть окислительные процессы, происходящие в поверхностном слое металла (окислительное изнашивание), процессы микрорезания абразивными частицами (абразивное изнашивание), усталостные процессы на поверхности металла зубчатых колес и шарикоподшипников (усталостное изнашивание), процессы схватывания металла, смятия шероховатостей и др.

Увеличение срока службы деталей при механическом изнашивании достигается повышением износостойкости материала, которое обеспечивается главным образом путем повышения твердости поверхности металла. Для этой цели применяются: объемная закалка, поверхностная закалка токами высокой частоты, химико-термическая обработка поверхности в виде цементации, азотирования, диффузионного хромирования, алитирования и борирования. В ряде случаев достаточно электролитического хромирования поверхности.

Эрозионному изнашиванию подвергаются детали арматуры, осуществляющие дросселирование жидкости: плунжеры и седла дросселирующих и регулирующих клапанов. Износ при эрозионном изнашивании зависит от режима дросселирования жидкости, продолжительности его воздействия на деталь и свойств материала детали. Различают процессы щелевой или ударной эрозии и кавитационного разрушения металла. При щелевой эрозии поверхности деталей размываются действием струи влажного пара, проходящего с большой скоростью через щель, образуемую седлом и плунжером. При ударной эрозии материал разрушается под действием ударов капель воды о поверхность детали. При кавитационном режиме движения в потоке движущейся среды и соответствующих гидродинамических условиях образуются пузырьки (пустоты) в результате нарушения ее сплошности. Схлопываясь, они создают местные гидравлические удары, которые, действуя на металлическую поверхность, разрушают ее. Увеличение срока службы деталей при эрозионном изнашивании достигается изменением режимов работы арматуры: уменьшением скорости среды в дросселирующем сечении путем снижения перепада давлений, применением ступенчатого (каскадного) дросселирования, увеличением сечения отверстий для прохода среды, применением эрозионно-стойких материалов.

Тепловое изнашивание, или тепловое старение материала, — результат структурных превращений, возникающих в материалах при нагревании. Наиболее характерным, например, является старение резины, в результате чего она теряет эластичность, становится хрупкой и ломкой. Сальниковая набивка под действием высокой температуры и давления выгорает и твердеет.

Химическое изнашивание происходит в результате коррозии — химического воздействия рабочих сред на материал деталей арматуры. В результате образуются химические соединения с низкими механическими свойствами, которые разрушаются под действием силовых нагрузок или вымываются рабочей средой. В конденсате и питательной воде АЭС могут быть растворены соли и газообразные вещества: кислород воздуха, уголекислота, азот, аммиак, водород, радиолитический кислород, радиоактивные благородные газы (РБГ — ксенон, криптон, аргон) и др. Однако коррозию металла оборудования вызывают лишь растворы солей, кислород и уголекислота. Для удаления солей питательную воду обессоливают, а для удаления коррозионно-активных газов воду деаэрируют химически или термически. Основным методом является термическая деаэрация, заключающаяся в нагреве воды до температуры кипения. Несмотря на обессоливание и деаэрацию, в воде остается некоторое количество веществ, которые вызывают коррозию металлов, в результате чего образуются окислы, оседающие на стенках оборудования, в том числе и на арматуре. В первом контуре окислы, проходя активную зону реактора, приобретают радиоактивные свойства. Вода проявляет активное коррозионное действие: уже через два часа пребывания стали в воде на поверхности металла можно обнаружить следы коррозии.

Коррозия может проявляться в различных видах: общая (всей поверхности металла); трещины (растрескивание стали); щелевая, межкристаллитная, питтинговая (язвенная, точечная) и другие (ножевая, эрозионная, селективное вытравливание). Для арматуры АЭС наибольшую опасность представляет корро-

зионное растрескивание стали, возникающее при одновременном воздействии среды и механических напряжений, в том числе остаточных, например созданных после сварки или термообработки. Наиболее подвержены коррозионному растрескиванию высокопрочные стали и сплавы: трещины могут развиваться между кристаллическими зернами (межкристаллитная коррозия) или пересекая зерна (транскристаллитная).

Можно выделить электрохимическую коррозию, возникающую при соприкосновении деталей с разными электрическими потенциалами. Наиболее часто она действует в местах уплотнений запорных органов и сальниковых уплотнений. Наличие влаги в набивке, оставшейся после гидравлического испытания арматуры или в результате поглощения набивкой влаги и кислорода воздуха при длительном хранении арматуры, создает условия для электрохимической коррозии шпинделя. Во избежание этого явления потенциал металла должен быть более положительным, чем потенциал набивки. Определить разность электродных потенциалов между набивкой и металлом шпинделя можно при лабораторных испытаниях.

Срок службы деталей при химическом изнашивании можно увеличить, используя легированные коррозионно-стойкие стали, применяя коррозионно-стойкие металлические и неметаллические защитные покрытия, в том числе пассивируя поверхности деталей, применяя электрохимическую защиту (катодную—минус на детали) или создавая пассивную анодную пленку (анодная защита—плюс на детали).

Перечисленные механическое, эрозийное, тепловое и химическое изнашивание при известных условиях могут действовать одновременно, что ускоряет выход из строя деталей. Так как в процессе эксплуатации арматуры процессы изнашивания деталей происходят непрерывно, то для обнаружения возможных неисправностей необходимо систематическое наблюдение за ее техническим состоянием. Наиболее тщательного контроля требуют детали сальникового узла запорного органа и ходового узла, а также фланцевые или резьбовые соединения крышки с корпусом и корпуса с трубопроводом.

С течением времени сальниковая набивка приходит в негодность и требует ее замены. При протечках коррозионной среды поверхность шпинделя в сальниковом узле также приходит в негодность. В запорном органе уплотнительные кольца подвергаются механическому изнашиванию, эрозии и коррозии, что приводит к потере герметичности запорного органа. В ходовом узле изнашиваются поверхности резьбы шпинделя и гайки. Под действием температуры может происходить коробление уплотнительных поверхностей соединения крышки с корпусом и корпуса с трубопроводом, между которыми обычно устанавливается прокладка; в результате нарушается герметичность соединения. При действии тепловых нагрузок в прокладке периодически происходят сжатие, пластические деформации, уплотнение материала, после чего упругие свойства материала прокладки ухудшаются и она не в состоянии обеспечивать герметичность. Этому при протечках может способствовать и коррозионное действие среды. Резиновые прокладки с течением времени твердеют. Изнашиваются детали электропривода, пневмопривода; контакты электроаппаратуры подвергаются электроэрозийному разрушению.

Изнанные детали подлежат ремонту, восстановлению или замене. Вопрос о ремонте, восстановлении или замене детали решается с учетом технической необходимости, назначения и места расположения арматуры, экономической целесообразности, наличия запчастей, степени дефицитности и стоимости арматуры, производственных условий и возможностей. В целом ряд случаев целесообразно заменять арматуру, используя обменный фонд, а снятую арматуру направлять на восстановление на специализированные участки, цеха или предприятия.

В зависимости от технического состояния арматура может подвергаться различным видам ремонта. Нормативно-технической документацией предусмотрены следующие виды ремонта: текущий, средний и капитальный. Критериями являются объем, выраженный относительной стоимостью ремонта (по отношению к стоимости нового изделия), и характер ремонтных работ — возможность выполнения ремонта без демонтажа арматуры с трубопровода.

Текущий ремонт предназначен для поддержания исправного состояния арматуры и характеризуется тем, что при его проведении не требуется демонтажа арматуры с трубопровода, а стоимость его выполнения не превышает 7% пер-

воначальной стоимости изделия. В объем текущего ремонта входят: очистка арматуры, набивка сальника или замена сальниковой набивки, подтяжка гаек и в случае необходимости восстановление подвижности шпинделя и устранение других незначительных неисправностей, выполняемых без разборки арматуры.

Средний ремонт предназначен для восстановления работоспособности арматуры и включает в себя объем работ стоимостью от 7 до 23% стоимости изделия. При среднем ремонте проверяются работоспособность всех узлов арматуры и их техническое состояние, разбираются изделия без снятия или со снятием их с трубопровода. Все детали очищаются от осадков, ржавчины и других следов коррозии, уплотнительные поверхности затвора и седла корпуса притираются, мелкие детали, поврежденные коррозией, прокладки, набивка сальника заменяются. Затем изделие собирается и испытывается на прочность, плотность металла и герметичность. После проведения среднего ремонта, например, вентилей, должен быть гарантирован первоначальный ресурс при условии правильного монтажа и обслуживания в эксплуатации (а также хранения до установки).

Капитальный ремонт предназначен для восстановления ресурса арматуры и включает в себя объем работ стоимостью до 75% стоимости нового изделия. Арматура демонтируется с трубопровода и направляется на ремонтный участок или ремонтный цех предприятия или на предприятие централизованного ремонта арматуры. При капитальном ремонте производится разборка изделия, очистка и дефектация всех деталей, замена деталей, вышедших из строя, вновь изготовленными, запасными или восстановленными. Детали обычно восстанавливаются наплавкой металла на изношенные поверхности или электролитическим хромированием изношенных поверхностей. Уплотнительные поверхности из металла обрабатываются и притираются. Уплотнительные кольца из резины или фторопласта в вентилях заменяются новыми. Верхнее уплотнение шпиндель—крышка для отключения сальниковой камеры приводится в работоспособное состояние. Набивка сальника и прокладки заменяются новыми. Крепежные детали, имеющие дефекты, также заменяются новыми. После окончания всех работ по очистке, ремонту, замене и восстановлению деталей арматура собирается, испытывается на прочность, плотность металла и герметичность соединений. Объем и характер проведенного ремонта записывают в формуляр изделия.

Периодичность ремонта арматуры АЭС определяется согласно нормативно-технической документации арматуры, назначению и месту ее установки, условиям эксплуатации, интенсивности использования, степени ответственности и другим факторам. Ремонт производится в заранее запланированные сроки в соответствии с материалами документации по проведению планово-предупредительного ремонта оборудования. Период времени между двумя капитальными ремонтами называется ремонтным циклом. Ремонтный цикл оборудования АЭС часто продолжается два года и за это время выполняются шесть текущих ремонтов оборудования и один расширенный. Капитальный ремонт имеет продолжительность 25—40 сут, текущий 18—20 сут, расширенный — до 37 сут. Первый капитальный ремонт проводится не позднее 18 мес. после ввода агрегатов или блоков в эксплуатацию и по времени не регламентируется. В течение года суммарный простой в ремонте основных агрегатов составляет 35—56 сут.

При организации ремонта арматуры необходимо учитывать сроки проведения ремонта основного оборудования и согласовывать с ними сроки работ, связанных со снятием, заменой или ремонтом арматуры без снятия ее с линии. Арматура, расположенная под защитной оболочкой в необслуживаемых помещениях, ремонтируется не чаще одного раза в год или в сроки, кратные году, одновременно с другими регламентными работами по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Средний ремонт арматуры должен проводиться через 4—5 лет ее эксплуатации (~ 25—30 тыс. ч работы установки). Капитальный — через 10 лет.

При проведении ремонтных работ выполняется большое число различных технологических процессов. Их рациональная организация и обеспечение технологической дисциплины создают условия для высокой производительности труда и высококачественного выполнения ремонта. Арматура должна ремонтироваться на основе технологической документации. При достаточных масштабах производства целесообразен агрегатно-поточный метод ремонта однотипных изделий.

Ремонтные работы планируются на основе среднестатистических данных о сроках службы арматуры различных классов и типов, предназначенной для различных сред соответствующих условий. Наличие обменного фонда позволяет организовать бесперебойную работу ремонтной службы.

Наиболее часто встречаются следующие неисправности арматуры, подлежащие устранению при ремонте:

- потеря герметичности запорного органа в связи с пропуском среды между уплотнительными кольцами затвора и седла;

- потеря герметичности запорного органа в связи с пропуском среды между уплотнительным кольцом седла и корпусом;

- потеря герметичности сальникового узла в связи с пропуском среды между шпинделем и набивкой сальника;

- пропуск среды через фланцевое соединение крышки с корпусом;

- образование задиров на шпинделе в зоне сальниковой набивки;

- защемление шпинделя в сальниковом узле;

- выход из строя ходовых резьб шпинделя и гайки;

- недопустимо большой нерегулируемый расход среды в регулирующей арматуре;

- выход из строя крепежных деталей;

- поломка маховиков управления арматурой;

- неисправности привода;

- в сильфонной арматуре — выход из строя сильфона.

Указанные неисправности имеют явно выраженный характер и сравнительно легко обнаруживаются при достаточно тщательном обследовании арматуры. Для обнаружения скрытых дефектов (снижения прочности материала, образования незаметных трещин, рыхлостей, деформации деталей и т. п.) требуется применение особых методов и приемов

6.2. ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Арматуру можно ремонтировать в ремонтном цехе АЭС или на специализированном, ремонтно-механическом заводе. Специализированные предприятия, как правило, имеют более совершенную базу, квалифицированных специалистов и выполняют более сложные ремонтные работы, чем производственные ремонтные цехи или участки.

При выполнении ремонтных работ без снятия арматуры с трубопровода ремонтными работами руководит или их контролирует начальник цеха, в котором расположена арматура. Руководство ремонтом снятой арматуры осуществляет начальник ремонтного цеха, а монтаж и регулировку арматуры — начальник производственного участка или цеха. Арматура отправляется в ремонт на основании акта ее освидетельствования с приложением дефектовочной ведомости. Последняя уточняется после разборки конструкции и служит основой для составления ведомости необходимого объема ремонтных работ.

Перед планово-предупредительным ремонтом предоставляются данные о сроках установки арматуры, условиях ее работы, сроках службы арматуры до списания, о трудоемкости ремонта и объемах различных видов работ, потребности в рабочих различных специальностей, в запасных деталях и материалах. На основании этих данных разрабатываются календарные планы проведения ремонта и организуется оперативное планирование.

Для снятия арматуры и направления ее в ремонт составляются проект организации работ, включающий ведомость объема работ, уточняемого после разборки арматуры и проверки ее технического состояния; технологический график ремонта, в котором указывается последовательность выполнения работ; спецификация сменных деталей и узлов, подлежащих замене; перечень материалов, инструментов и приспособлений, необходимых для выполнения ремонта, технологические карты ремонтных операций, ремонтные формуляры, указания по организации рабочих мест, расчетные данные о затратах труда. На основании разработанной ремонтной технической документации выписываются наряды, в которых перечисляются намеченные работы и указывается лицо, ответственное за их выполнение. Перечисляются мероприятия, которые должны быть выполнены по обеспечению безопасности: номера закрытых задвижек и вентилей, места

установки заглушек на трубопроводах и ограждений рабочих мест, снятие напряжения с электрооборудования, вывешивание предупреждающих плакатов. Наряд подписывают начальник соответствующего цеха и начальник дозиметрической службы.

Арматура, несущая радиоактивные осадки, перед ремонтом дезактивируется путем обмыва водой и поверхностно-активными жидкостями, например керосиновым контактом, или другими способами. Если уровень излучения после дезактивации остается высоким, то до начала работ делается выдержка в течение нескольких суток для спада радиоактивности или применяется многостадийная обработка поверхностей. После дезактивации арматуры до минимально возможного уровня приступают к ее ремонту.

Ремонтные работы непосредственно в боксах, где установлена арматура, проводятся в специальной одежде. При входе в зону ионизирующих излучений каждый работник получает средства индивидуального дозиметрического контроля. Ежедневно при выдаче нарядов на работу особо оговариваются условия радиационной безопасности: время и место работы, допустимая доза облучения, индивидуальные и дополнительные меры защиты. Время работы, как правило, указывается исходя из допустимости одной дневной дозы 0,017 бэр. Контроль за соблюдением правил радиационной безопасности при ремонтных работах возлагается на дежурного дозиметриста и ответственного руководителя. Применяемый в загрязненной зоне инструмент должен иметь отличительную маркировку и из зоны не выносятся. После окончания ремонта рабочее место убирается, дезактивируется и сдается на чистоту работникам службы дозиметрии.

Организация ремонтных работ должна обеспечивать их выполнение в минимальные (оптимальные) сроки с соблюдением установленной технологической дисциплины. Должен быть предусмотрен надлежащий технический контроль за выполнением всех ремонтных работ с целью обеспечить высокое качество отремонтированной арматуры.

По окончании ремонтных работ оборудование принимается комиссией. При проведении капитального ремонта комиссия возглавляется главным инженером АЭС, при проведении текущего ремонта — начальником цеха. Оценка качества ремонта дается комиссией после предварительного осмотра, устранения выявленных недоделок и последующего опробования оборудования в рабочих условиях в течение 24 ч.

Выполнение работ по капитальному ремонту арматуры можно разделить на три этапа: демонтаж и транспортировка арматуры в ремонтную мастерскую, выполнение технологических процессов по капитальному ремонту и установка арматуры на объект. Работы каждого этапа выполняются на основании заранее разработанного графика.

Для проведения первого этапа должно быть подготовлено рабочее место для демонтажа арматуры — установлены подмости, подготовлены такелажные приспособления, оборудование ремонтной площадки для размещения деталей, материалы и приспособления, транспортные средства, оборудование для подачи сжатого воздуха, кислорода, ацетилен, электроэнергии для выполнения сварочных работ и освещения. Объем и характер выполнения демонтажных работ зависят от размеров и конструкции изделия, способа соединения с трубопроводом, рода привода, блокировки с другими устройствами. После демонтажа арматуры необходимо принять меры для обеспечения сохранности всех снятых деталей, узлов и аппаратуры.

Выполнение работ по капитальному ремонту начинается с очистки арматуры от грязи и наружной мойки изделия, затем составляется акт на приемку арматуры в ремонт с указанием ее технического состояния и комплектности. Изделие разбирается на узлы и детали, которые подвергаются мойке и последующей дефектации. При этом определяются степень изношенности каждой детали и возможность ее повторного использования при условии обеспечения в течение следующего межремонтного срока службы, надежной и эффективной работы. Негодные детали отбраковываются, их заменяют новыми, а подлежащие восстановлению поступают для проведения соответствующих технологических операций.

Сборка арматуры производится с использованием деталей, признанных годными, восстановленных или новых, заменивших негодные.

Объем моечных, слесарных, станочных, сварочно-наплавочных, разборочно-сборочных операций определяется на основе типовых технологических операций карт, содержащих указания о порядке проведения операции, режимах, оборудовании и оснастке, а также продолжительности операции для каждого типоразмера арматуры.

Планово-предупредительный ремонт электроприводов производится в соответствии с заранее разработанным графиком и выполняется обычно один раз в год.

Ремонт арматуры должен производиться квалифицированными специалистами не ниже 4-го разряда, ознакомленными с конструкцией арматуры и ее назначением, имеющими опыт ее ремонта и прошедшими соответствующий производственный инструктаж в специальных помещениях на рабочих местах, оснащенных соответствующим технологическим оборудованием. Регулировку и испытание сложных конструкций арматуры (регуляторов давления, предохранительных клапанов, регулирующих клапанов, приводов арматуры и др.) следует выполнять на стендах — гидравлических, пневматических, вакуумных, электрических и др. Должны учитываться технические условия на ремонт, заполняться дефектовочные акты и ремонтные ведомости. В дефектовочный акт заносят фактические размеры изношенных деталей, результаты гидро- и пневмоиспытаний, полученных при дефектовке и после ремонта.

Отправляемая в ремонт арматура сопровождается паспортами, в которых указываются все виды и характер предыдущих ремонтов, включая ремонты, произведенные обслуживающим персоналом с указанием замененных деталей и узлов и число часов работы арматуры с момента установки арматуры на линии. По окончании ремонта в паспорт записывают его дату, характер, результаты испытаний арматуры в цехе и на линии. Отремонтированная арматура должна удовлетворять основным требованиям по ее чистоте.

Если арматура эксплуатировалась в контакте с радиоактивными средами, то перед ремонтом необходимо провести ее дезактивацию. Арматура дезактивируется химическим или электрохимическим методом. При первом методе радиоактивные нуклиды из отложений переходят в химический раствор. Эти отложения, кроме того, разрыхляются, что позволяет удалить их промывкой. При электрохимическом методе происходит травление поверхности в электролите при пропускании постоянного электрического тока с удалением поверхностного слоя металла.

Химический окислительно-восстановительный метод дезактивации основан на последовательном воздействии на отложения щелочными и кислотными растворами. Детали арматуры погружаются в щелочной водный раствор, содержащий 10 г/кг гидрата окиси натрия (NaOH) и 5 г/кг перманганата калия (KMnO_4); температура дезактивирующего раствора 90—95° С, время выдержки 30—60 мин. При этом образуются растворимые окислы железа и хрома, после промывки водой детали погружают на 40—60 мин в шавелевокислый водный раствор, содержащий 10 г/кг шавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) и 1 г/кг азотной кислоты (HNO_3), температурой 90—95° С. Результаты дезактивации контролируют измерением γ -фона. В случае необходимости циклы дезактивации могут повторяться несколько раз. В табл. 6.1 приведена скорость коррозии при действии дезактивирующих растворов [12].

Корпуса главных запорных задвижек дезактивируются электрохимическим методом: во внутрь корпуса заливается электролитводный раствор с содержанием 20—30 г/кг шавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$). Корпус является анодом. Форма катода по возможности должна соответствовать поверхности корпуса. Расстояние между катодом и анодом примерно 30 мм. Продолжительность дезактивации 1,5 мин при напряжении постоянного тока 12—50 В, плотность постоянного тока 10—20 А/дм².

Согласно замерам после химической дезактивации γ -активность деталей арматуры уменьшается в 5—10 раз после 4—5 циклов дезактивации, а после электрохимической — в 400 раз.

Перед направлением в ремонт определяется техническое состояние арматуры (проводится диагностирование). С этой целью производится предварительная предремонтная дефектовка на основании осмотра и предремонтных испытаний арматуры, по результатам составляется акт, в котором указывается пере-

Таблица 6.1. Средняя поверхностная скорость коррозии, конструкционных материалов при температуре 100° С при двухрастворном окислительно-восстановительном методе дезактивации

Компоненты дезактивирующего раствора	Содержание компонентов в водном растворе, г/кг	Число циклов	Длительность дезактивации, ч	Скорость коррозии материала, г/(м ² ·ч)				
				Сталь 12Х18Н10Т	Сталь 20Х13	Сталь 30Х13	Никель	Медь
Гидрат окиси натрия	20	3	1,5	1,4	10,8	9,1	—	—
Перманганат калия	10	6	3	—	11,7	9,7	—	—
Щавелевая кислота	30	9	4,5	1,0	12,3	10,1	—	—
Гидрат окиси натрия	10	1	4	—	—	—	0,275	0,325
Перманганат калия	2	2	8	—	2,56	—	0,44	0,46
Щавелевая кислота	10	—	—	—	—	—	—	—
Азотная кислота	1	—	—	—	—	—	—	—

чень дефектов арматуры, методы их исправления, определяется необходимость и характер ремонта изделия.

Визуальный осмотр арматуры выполняют следующим образом. С помощью лупы пяти- или десятикратного увеличения проверяют состояние наружных поверхностей изделия с целью выявить трещины, раковины, коррозионные разрушения, выкрашивание металла, остаточные деформации и другие дефекты. Проверяют соединение арматуры с трубопроводом, визуально определяют состояние сварного шва или фланцевого соединения. Оценивают состояние и целостность шпилек, гаек и стопорных шайб, защитных покрытий на наружных поверхностях деталей, сальникового уплотнения.

Испытание на работоспособность выполняется при рабочем давлении в арматуре. При этом проверяют плавность вращения рукоятки на шпинделе или ручного дублера на приводе, значение и характер усилий, отсутствие толчков заеданий. Проверяют работу привода, для чего совершают 2—3 цикла «открыто—закрыто», а также работу местного указателя положения затвора, измеряют ход затвора по указателю положения. Замеряют с помощью тарированного ключа крутящий момент на шпинделе арматуры и на рукоятке ручного дублера. на приводе.

Признаками необходимости выполнения среднего ремонта могут служить следующие показатели: наличие трещин на корпусе, крышке и других деталях; утонение стенок корпуса или крышки более чем на 15% номинальной толщины; наличие более трех очагов коррозионно-эрозионного разъедания глубиной более 20% номинальной толщины и общей площадью более 3% площади поверхности детали; наличие значительных дефектов на крепежных деталях и в сварочном шве; превышение усилий на маховике или рукоятке сверх указанных на чертежах общих видов изделия; пропуск среды в местах соединения и через металл деталей, находящихся под давлением; падение давления в трубопроводе перед запорным органом в связи с протечкой в арматуре. Основанием для направления в средний ремонт является также выработка 80—85% установленного действующими техническими условиями ресурса сильфонных сборок арматуры, эксплуатирующейся в необслуживаемых помещениях.

6.3. ДЕМОНТАЖНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РЕМОНТЕ АРМАТУРЫ

Демонтажно-монтажные работы при ремонте арматуры выполняются с учетом общих положений и правил выполнения монтажных работ и специфических условий демонтажа и монтажа изделия на рабочем месте. Перед демонтажем арматуры должно быть снято давление и отключено электропитание. Арматуру

следует тщательно осушить и продуть сухим сжатым воздухом или азотом. В зимних условиях после постановки линии на ремонт, а также в процессе ремонта, испытания и после испытания арматуры в помещениях должна поддерживаться температура не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ для предохранения арматуры от замерзания в ней воды.

Перед демонтажем арматуру необходимо замаркировать с помощью бирок, содержащих номер изделия, линию, помещение и место установки. В помещениях, где производятся работы по демонтажу и ремонту оборудования АЭС, устанавливаются временные щиты для защиты арматуры от механических повреждений, а также брызг расплавленного металла и шлака, образующихся при резке и сварке.

Во всех случаях, когда это возможно, арматура должна ремонтироваться без вырезки корпуса. Последний должен вырезаться только при необходимости его замены или ремонта. При вырезке арматуры из трубопровода необходимо обеспечить перпендикулярность реза относительно оси трубопровода и сохранение строительной длины арматуры, а также предохранить арматуру от возможных короблений, не допуская местных перегревов конструкции. При разборке фланцевых соединений должны быть предусмотрены меры, исключающие повреждение уплотнительных поверхностей фланцев. Чтобы предохранить от повреждения уплотнительные поверхности затвора и седла корпуса, изделия следует разбирать при частично поднятом затворе.

Выгрузка, погрузка и транспортировка арматуры должны производиться способами, исключающими возможность ее повреждений. Грузить и разгружать арматуру «навалом» запрещается. Погрузочно-разгрузочные работы производятся при помощи пеньковых, капроновых или стальных тросов с применением прокладок, исключающих удары металлических частей друг о друга. Стальные тросы должны быть обшиты двумя-тремя слоями ткани. На автокары, тележки, применяемые при транспортировке, устанавливаются легкие настилы. Арматура, направляемая на ремонт или прибывшая из ремонта для установки на место, транспортируется в законсервированном виде и упакованной в прочную тару, исключающую возможность механических повреждений и воздействия атмосферной влаги. Консервация арматуры, направляемой в ремонт, выполняется в целях предохранения деталей от коррозии в процессе хранения, транспортировки и ремонта. Консервации подлежат все металлические поверхности, кроме окрашенных. Проходные отверстия патрубков, разделанные под приварку к трубопроводу, должны быть закрыты зглушками и опломбированы.

Резервная арматура должна храниться в закрытых помещениях на специально выделенных для этой цели стеллажах. Полки этих стеллажей должны быть облицованы деревом, резиной, линолеумом или другим мягким материалом. Единицы арматуры на стеллажах должны отделяться друг от друга прокладками. В местах хранения арматуры полы должны быть покрыты деревянным настилом или другим мягким материалом. Цементные полы не разрешаются во избежание образования цементной пыли.

Демонтажно-монтажные работы выполняются рожковыми или накидными ключами, применение разводных ключей не допускается. Для свинчивания трудноподающихся гаек усилие к ключу следует прикладывать рывком. Резьбовые соединения, на которые действовала коррозия, перед свинчиванием смазываются керосином, который легко проникает в мельчайшие зазоры.

При среднем ремонте без демонтажа арматуры с линии снимают привод и крышку с корпуса, в результате чего обеспечивают доступ к запорному органу для осмотра и ремонта. Уплотнительные кольца очищают от осадка, притирают их поверхности, выполняют и другие необходимые операции. Если необходим демонтаж арматуры с линии, организуют участки среднего ремонта, снабженные приспособлениями для ремонтных операций и испытания. Крупногабаритные изделия целесообразно ремонтировать без снятия их с линии, за исключением случаев, когда выявляется необходимость их капитального ремонта или замены. Узлы арматуры на детали разбираются с применением соответствующей оснастки: струбицы, съемников, гидравлического пресса и т. п. Разборка и сборка арматуры должны производиться в соответствии с техническими описаниями и инструкциями по обслуживанию на каждое конкретное изделие.

Отремонтированная арматура устанавливается на трубопровод с соблюдением всех установленных правил монтажа. Предохранительные заглушки с патрубков арматуры снимаются непосредственно перед установкой ее на место. По окончании монтажа следует проверить надежность крепления арматуры к неподвижным опорам, правильность установки привода дистанционного управления, крутящий момент на маховике или рукоятке. Устанавливаемая арматура должна быть предварительно испытана на прочность, плотность и герметичность, а после установки в систему дополнительно испытывается совместно с другим оборудованием при испытании всей линии или системы.

6.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ РЕМОНТА АРМАТУРЫ

Поступившая в ремонт арматура подлежит полной разборке. После разборки детали тщательно очищаются от смазки, осадков, краски и промываются с применением растворов моющих препаратов. Разобранные детали маркируются соответственно заводскому номеру изделия. Применять электрокарандаш не рекомендуется. Если арматура хранится более 5 сут, она должна быть законсервирована. После разборки, очистки, мойки, маркировки детали арматуры подвергаются дефектовке, на основании результатов которой составляется дефектовочный акт — основной документ, определяющий характер ремонта. Дефектовка производится в целях определения пригодности деталей к дальнейшей эксплуатации, выявления дефектов, определения способа ремонта и уточнения объема ремонтных работ, указанных в ремонтной ведомости. Перечисляются детали, подлежащие замене, ремонту, восстановлению и годные, подлежащие дальнейшему использованию. На основании дефектовки определяется продолжительность и стоимость ремонта, содержание и номенклатура работ по ремонту каждого изделия.

Перед дефектовкой детали и узлы промывают уайт-спиритом, а уплотнительные поверхности протирают этиловым спиртом и просушивают в течение 1—2 ч при температуре 80° С. При дефектовке визуальным осмотром выявляют возможные дефекты на наружных и внутренних поверхностях деталей: трещины, раковины, коррозию, износ, повреждения резьбы, дефекты на притертых уплотнительных поверхностях, смятие граней под ключ и т. п. Измеряют глубину коррозионных и иных повреждений, их площадь, выявляют возможное уменьшение толщины стенок корпусов, крышек, фланцев и других деталей более чем на 10%. Измерениями проверяют правильность геометрических форм деталей, отсутствие корблений, кривизны и других отклонений от правильной формы, превышающих половину допуска на контролируемый размер. Выявляют места и знашивания сопрягаемых деталей и определяют значения отклонений от номинального размера в случае, если они превышают установленные чертежом.

Детали могут быть признаны годными для дальнейшего использования без ремонта, если они обеспечат надежную работу изделия в течение срока не менее чем межремонтный период. Размеры таких деталей считаются допустимыми. Размеры деталей, не обеспечивающих возможность работать до следующего ремонта, оцениваются как предельные. Детали с предельными размерами (или хотя бы с одним предельным размером) дальнейшему использованию не подлежат и должны быть выбракованы. Условно можно считать предельный размер, равный предельному размеру (для вала наименьшему, для отверстия наибольшему) по назначенной посадке для следующего, более грубого класса точности. В отдельных случаях при достаточном обосновании могут применяться ремонтные размеры, рассматриваемые для обоих сопрягаемых деталей как условные номинальные, но с обеспечением требуемой посадки.

В табл. 6.2 приведены отбраковочные признаки, служащие основанием для замены деталей при дефектовке. Наличие любого из этих дефектов не допускается. При среднем ремонте обязательной замене без дефектовки подлежат сильфон или сборка сильфона при выработке более 85% ресурса, сальниковые набивки, прокладки, уплотнительные неметаллические кольца и т. п.

При проверке перпендикулярности шпилек, установленных на месте (завинчиваются до сбег резьбы), отклонение от угольника не должно превышать 0,5 мм на 100 мм длины шпильки.

Таблица 6.2. Отбраковочные признаки деталей арматуры при дефектовке

Наименование контролируемых деталей	Место расположения дефекта	Отбраковочные признаки
Корпусные детали (корпуса, крышки)	Стенка детали	Любые трещины, свищи, течь и отпотевание при гидравлическом испытании, местная коррозия или раковины гнездового характера глубиной более 10% номинальной толщины стенки
Диски и тарелки задвижек	Уплотнительные поверхности	Риски, вмятины, выкрашивание металла глубиной свыше 0,1 мм
Золотники вентилей и клапанов	Направляющие поверхности	Риски, вмятины, выкрашивание металла глубиной свыше 0,5 мм
	Уплотнительные поверхности	Любые трещины, наклеп, вмятины, выработка, раковины любой глубины
	Направляющая часть	Уменьшение диаметра свыше минимального предельного размера, предусмотренного чертежом, появление задиров
Ходовые втулки и шпиндели	Ходовая резьба	Любые трещины, срывы ниток, смятие ниток, вытянутость резьбы, повреждение более двух смежных или более трех несмежных ниток, увеличение диаметра ходовой резьбы более чем на 5%, скручивание или изгиб в месте расположения резьбы или на ее границе
	Грани под ключ	Притупление одного из углов шестигранника, создающее уменьшение диагонали более 10% номинального размера
Пружины	Наружные поверхности	Потеря упругости пружины с отклонением усилия сверх значения, предусмотренного диаграммой сжатия. Любые трещины или расслоения металла. Глубокая коррозия, когда глубина отдельных раковин превышает 10% диаметра проволоки
Крепежные детали	То же	Повреждения резьбы, смятие граней шестигранника, искривление стержня шпилек более 0,2 мм на 100 м длины, появление задиров

Цилиндрическая часть шпинделя (штока) должна иметь правильную форму. Допускается конусность не более 0,1 мм на длине 100 мм, при этом на участке шпинделя, контактирующем во время перемещения с сальником, конусность не более 0,1 мм должна обеспечиваться на всем участке контакта, овальность не более следующих значений:

Диаметр шпинделя (штока), мм	10—18	18—30	Свыше 30
Допустимая овальность, мм	0,02	0,03	0,04

Общая кривизна оси допускается не более 0,1 мм. Кривизна на участке ходовой резьбы не допускается. Неглубокие вмятины, задиры и царапины на цилиндрической поверхности шпинделя глубиной не более 0,1 мм устраняются притиркой с помощью пасты ГОИ или другой притирочной пасты. Для этой цели может быть использовано приспособление, показанное на рис. 6.1. Работа выполняется на токарном станке, деталь закрепляется в патроне и поджимается задним центром.

Мелкие поры и микротрещины на отливках выявляют цветной и люминесцентной дефектоскопией. Для обнаружения пор и микротрещин на уплотнительных поверхностях помимо указанных методов применяют химическое травление раствором следующего состава: медный купорос 42 мг, соляная кислота плотностью 1,19 г/см³ — 20 мг, дистиллированная вода 20 мг. Перед нанесением раствора уплотнительную поверхность обезжиривают, после чего кисточкой наносят раствор. Затем поверхность промывают водой и просушивают фильтровальной бумагой. Дефекты обнаруживаются через 2—4 мин. Результаты дефектовки деталей заносят в дефектовочную ведомость.

После дефектовки изделия все его детали разделяют на три группы: пригодные для дальнейшего использования без ремонта или восстановления; непригодные для использования и направляемые на ремонт или восстановление; не-

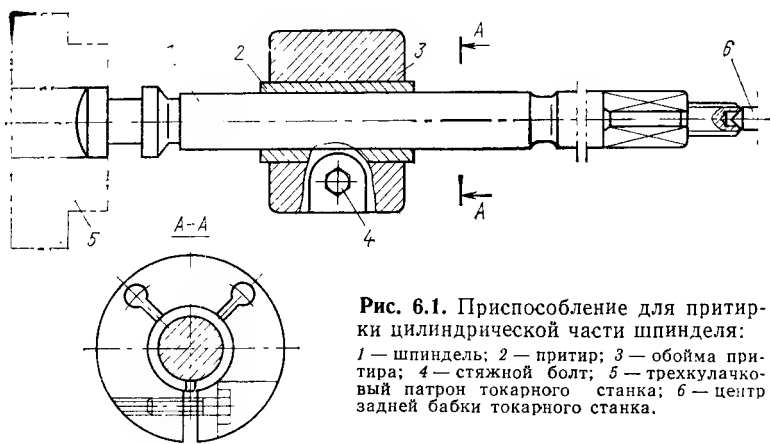


Рис. 6.1. Приспособление для притирки цилиндрической части шпинделя:

1 — шпиндель; 2 — притир; 3 — обойма притира; 4 — стяжной болт; 5 — трехкулачковый патрон токарного станка; 6 — центр задней бабки токарного станка.

пригодные детали, подлежащие отбраковке, ремонт и восстановление которых технически невозможны или экономически нецелесообразны. Последние детали клеймятся «Брак» и изымаются из производственного процесса ремонта арматуры.

В число контрольных операций, выполняемых при дефектовке корпусных деталей (корпусов, крышек, тарелок и др.), на которые непосредственно действует давление рабочей среды, входит гидравлическое испытание на прочность и плотность металла. Оно выполняется, если при дефектовке обнаружена коррозия с утонением стенок детали, раковины, неглубокие трещины, а также после исправления пороков отливки заваркой, после механической обработки полостей и плоскостей заготовок корпусных деталей. Испытание проводится водой при давлении $p_{пр}$; продолжительность выдержки под давлением должна быть достаточна для тщательного осмотра детали, но не менее 10 мин. Детали считаются выдержавшими испытание, если не обнаружено течи, потения, остаточных деформаций и признаков разрыва или нарушения соединений. Корпусные детали и сборки корпусов, не выдержавшие испытания, заменяются новыми.

При испытаниях должны быть приняты меры, обеспечивающие предохранение обработанных поверхностей от повреждений, а самих деталей от поломок. Манометры, применяемые при испытаниях, должны иметь пломбу с клеймом годности госповерителя.

После испытаний детали и сборки промывают уайт-спиритом и просушивают воздухом при температуре 80° С в течение 1—2 ч.

Для обнаружения в деталях ответственной арматуры скрытых дефектов используются различные виды дефектоскопии: цветная, люминесцентная, магнитная, ультразвуковая, рентгено- и гамма-дефектоскопия (см. разд. 4.5).

Ремонт арматуры должен выполняться с максимальным использованием запасных частей. Это обеспечивает наиболее качественное и экономичное выпол-

нение ремонта. В число запасных деталей входят быстроизнашивающиеся детали (шпиндели, штоки, ходовые части, золотники вентиля, тарелки клапанов, диски задвижек, плунжеры регулирующих и дросселирующих клапанов, прокладки) и детали, материал которых подвергается старению (резиновые детали, сальниковая набивка). Резиновые кольца, манжеты и сальниковые набивки должны заменяться по истечении своего назначенного ресурса. Перед установкой на рабочее место деталей из запасных частей необходимо визуальным осмотром и измерениями проверить их качество и соответствие документации. При отсутствии готовых запасных частей детали изготавливаются силами ремонтного предприятия по рабочим чертежам и технологии предприятия—изготовителя арматуры.

Ремонтные работы выполняются по заранее разработанным и соответствующим образом утвержденным технологическим картам. Пример технологической карты на ремонт корпуса сильфонного вентиля приводится ниже (табл. 6.3).

Арматура должна собираться из деталей, прошедших мойку и тщательный контроль и признанных годными для дальнейшего использования. Сборка деталей запорного органа производится таким образом, чтобы уплотнительные поверхности колец затвора и седла прилегали друг к другу по всему периметру без перекосов и обеспечивали необходимую степень герметичности запорного органа.

Гайки фланцевого соединения крышки с корпусом должны затягиваться равномерно расчетным крутящим моментом с завинчиванием последовательно диаметрально расположенных гаек. Толщина прокладки по всей окружности должна быть одинаковой. После затяга фланцевого соединения следует проверить подвижность шпинделя и правильность посадки затвора на седло. Набивку сальника необходимо уплотнять постепенно слой за слоем, материал набивки должен удовлетворять требованиям технической документации на арматуру. При выполнении этой операции следует обеспечить равномерный зазор между шпинделем и крышкой сальника или нажимной втулкой. Процесс набивки сальника считается законченным, когда нажимная втулка входит в сальниковую камеру на глубину 3—5 мм, в этом положении резьба шпилек сальника должна выступать из гаек на одну-две нитки. Шпиндель после набивки сальника должен перемещаться с усилием, не превышающим установленного.

Сборка крышки с корпусом является ответственной операцией и должна выполняться с соблюдением целого ряда условий. В арматуре ответственного назначения, предназначенной для работы при высоких давлениях и температурах, гайки следует завинчивать с ограничением крутящего момента при помощи динамометрических ключей, ключей с ограничением крутящего момента или с помощью тензометрических устройств, определяющих удлинение шпилек. Резьба шпилек смазывается графитовым или иным составом, предохраняющим резьбу от схватывания металла гайки и шпилек при длительном действии контактных давлений и температуры, а также от атмосферной коррозии. При затяжке гаек следует контролировать отсутствие перекосов крышки по отношению к корпусу, для чего с помощью щупов проверяется зазор между фланцами по всему периметру соединения.

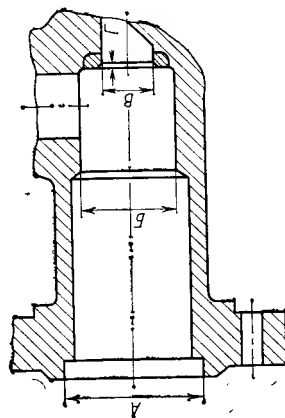
По окончании сборки запорного органа, корпуса с крышкой и ходового узла устанавливается привод.

Подвижные резьбовые соединения, места трения, подшипники, не соприкасающиеся с рабочей средой, смазываются при температуре узла до 150°С смазкой ЦИАТИМ-221, до 200°С — смазкой ВНИИПН-275. Подшипники должны быть заполнены смазкой на 2/3 свободного объема между обоймами.

Арматура в процессе ее ремонта собирается по техническим описаниям и сборочным чертежам предприятия-изготовителя. Перед сборкой изделия детали должны быть очищены от консервационных покрытий, промыты и осушены, проверены и приняты ОТК. Должна быть установлена комплектность деталей и наличие на них маркировки. Детали осматривают в целях обнаружения дефектов, возникших в процессе хранения и транспортировки. Проверяется наличие сертификатов на материалы новых деталей и маркировки или документов, удостоверяющих проведение гидравлических испытаний. На сопрягаемые места деталей наносится соответствующая условиям работы смазка. Попадание смазки на детали, соприкасающиеся с рабочей средой, не допускается. Собранная арма-

Таблица 6.3. Технологическая карта ремонта

276



Технологическая карта ремонта №

Технологическая карта ремонта №								
Наименование детали								
№ чертежа детали								
Краткое содержание операции ремонта								
Материал детали								
Заменитель материала								
Масса детали, кг								
Количество деталей на одно изделие								
Обозначение на эскизе	Размер, мм		Зазор с сопрягаемой деталью, мм		Наименование и № чертежа сопрягаемой детали	Возможные дефекты	Рекомендуемый способ устранения	Технические требования к отремонтированной детали
	по чертежу	Допустимый при ремонте	по чертежу	допустимый при ремонте				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	Ø 46H11	Ø 46,34	0,08 0,42	0,55	Золотник №	На уплотнительной поверхности (Г) риски, вмятины, выкрашивание, коррозионные или эрозийные разрушения глубиной до 0,1 мм	Устранить проточкой с последующей притиркой до размера Г, допустимого при ремонте	Корпус бракуется в случае несоответствия действительных размеров допустимым при ремонте
Б	Ø 32H11	Ø 32,24	0,08 0,42	0,55	Сборка сальфана №	То же на направляющей поверхности (Б) глубиной до 0,5 мм	Защистить шабером или абразивным бруском на глубину до 0,5 мм	
В	Ø 15H11	Ø 15,19	—	—				
Г	0,5	0,7±0,1	—	—				

тура подвергается проверке на подвижность узлов при ручном и автоматическом управлении. Производится гидравлическое испытание арматуры, после чего она маркируется, окрашивается и на нее составляется документация.

Отремонтированная арматура проверяется в соответствии с программой испытания арматуры серийного производства. Арматура, которая ремонтировалась без вырезки корпуса, испытывается на трубопроводе. После испытания арматуры на стенде внутренние полости должны быть обезвожены и просушены воздухом при температуре $+80^{\circ}\text{C}$ в течение 1—2 ч. Проходные отверстия патрубков отремонтированной арматуры (в случае ремонта с вырезкой корпуса) и штуцеров закрываются специальными заглушками, предохраняющими от засорения внутренние полости изделий и защищающими от повреждений кромки, разделанные под приварку.

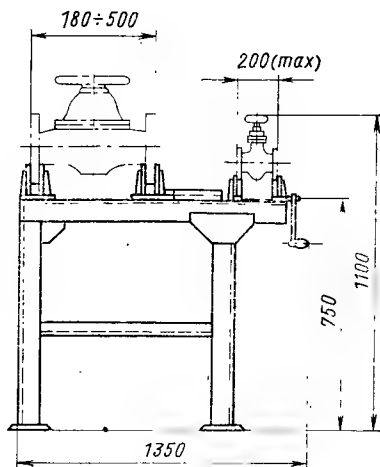


Рис. 6.2. Верстак для ревизии мелкой фланцевой арматуры.

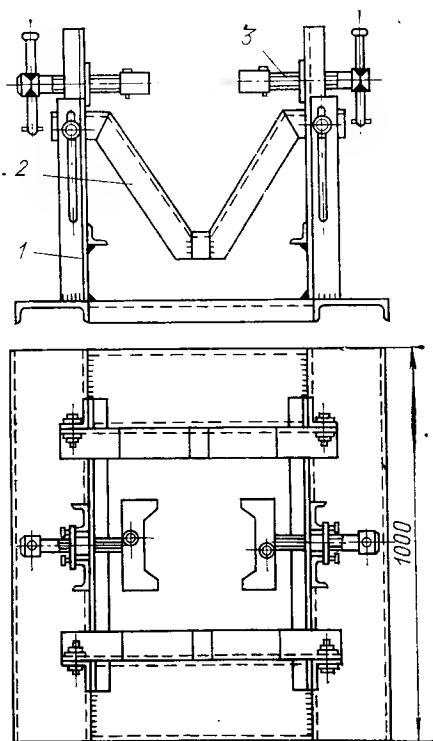


Рис. 6.3. Приспособление для закрепления задвижек:

1 — корпус; 2 — регулируемые опоры; 3 — зажимы.

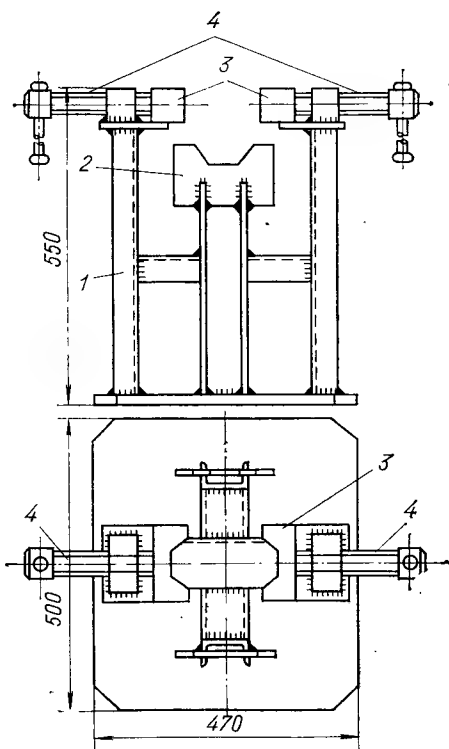


Рис. 6.4. Приспособление для закрепления вентилей:

1 — корпус; 2 — опора; 3 — прижимы; 4 — зажимные винты.

Степень механизации технологических процессов при ремонте зависит от годовой программы и специализации мастерской. На рис. 6.2 показан верстак, применяемый для ревизии мелкой фланцевой арматуры, ее сборки и разборки. При достаточной программе выпуска целесообразно использовать приспособления для крепления задвижек и вентилей, приведенные на рис. 6.3 и 6.4.

При поступлении электропривода в ремонтную мастерскую он разбирается, детали промываются, очищаются чистой ветошью и осматриваются. Производится дефектовка деталей в целях определения их годности к дальнейшей эксплуатации. Годными могут считаться детали, которые обеспечат безотказную работу электропривода в течение межремонтного периода. Проверяется состояние контактов путевых выключателей в узле муфты ограничения крутящего момента. Изношенные детали ремонтируются или восстанавливаются, или заменяются новыми.

Отремонтированный электропривод устанавливается на арматуру, испытывается во взаимодействии с ней в эксплуатационных условиях и сдается по акту. При установке необходимо проверить состояние органов управления, блокировочных устройств, целостность оболочки, наличие всех крепежных деталей, смазки, пломб, предупредительных надписей, заземляющих устройств, заглушек в неиспользованных входных устройствах и уплотнения вводных кабелей.

При техническом обслуживании и текущем ремонте производится чистка, проверяется наличие смазки. После отключения изделия от всех источников электроэнергии снимаются крышки вводных устройств. После этого следует убедиться в надежности электрических контактов, исключающих нагрев и короткое замыкание, проверить надежность уплотнения вводного кабеля. Проверяется состояние изоляторов проходных зажимов — они не должны иметь сколов и других повреждений, резьбы проходных шпилек должны быть полными, без срывов, шпильки не должны проворачиваться. Контролируется сопротивление изоляции. После установления крышки опломбировываются.

6.5. РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

В процессе ремонта арматуры возникает необходимость в ремонте изношенных деталей в целях восстановления их работоспособности или ресурса. Если после ремонта восстановлена работоспособность детали путем применения ремонтных размеров (проточкой и притиркой уплотнительных колец), такая операция оценивается как ремонт детали; если при ремонте восстановлен ресурс детали, например восстановлены наплавкой и последующей обработкой исходные размеры, такая операция оценивается как восстановление детали.

Заварка пороков литых стальных деталей. Необходимость в исправлении пороков фасонного стального литья при ремонте арматуры может возникнуть в связи с обнаружением дефектов, образованием трещин на деталях, подлежащих ремонту, или при обнаружении дефектов на запасных деталях или заготовках, предназначенных для ремонта. Заваркой можно исправить трещины и раковины при условии, что масса удаленного металла в каждой вырубке не должна превышать 2,5% массы отливки, а суммарная масса удаленного металла — 5%. Отливки, имеющие дефект в виде ситовидной пористости из-за некачественного металла, к заварке не допускаются. Дефекты обычно заваривают электродуговым методом с применением электродов марок УОНИ 13/45, ОЗС-4, ОЗС-6, АНО-6 для отливок из углеродистой стали 15Л, 20Л и 25Л и электродов, указанных в табл. 6.4, для отливок из аустенитной стали. Рекомендуемые режимы сварки приведены в табл. 6.5 и 6.6. Наиболее качественная заварка углеродистых отливок обеспечивается в защитной среде углекислого газа, а аустенитных — при использовании аргонодуговой сварки.

При исправлении дефектов литья из аустенитной стали аргонодуговой сваркой рекомендуются следующие марки присадочной проволоки по ГОСТ 2246—60:

При отсутствии требования стойкости металла к
межкристаллитной коррозии

Св 06Х19Н9Т

При наличии требования по стойкости металла
шва к межкристаллитной коррозии

Св 08Х19Н10Б

Таблица 6.4. Рекомендуемые марки электродов при исправлении дефектов в отливках из аустенитной стали

Условия работы	Марка электрода ГОСТ 10052-62	Марка покрытия	Марка стержня или присадочная проволока
При работе в средах, не вызывающих межкристаллитной коррозии	ЭА-1	ОЗЛ-8 и др.	Св 02Х19Н9 Св 04Х19Н9
При работе в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию, и температуре до 350°С	ЭА-1Б	ЦЛ-11, ЦГ-15, ОЗЛ-7 и др.	Св 08Х19Н10Б
При работе в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию, и температуре свыше 350°С	ЭА-1Ба	ЦТ-15, ЗИО-3 и др.	Св 08Х19Н10Б

Таблица 6.5. Рекомендуемые режимы сварки при исправлении дефектов отливок из углеродистой стали 15Л, 20Л и 25Л

Толщина стенки, мм	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А, при электродах марок			
		УОНИ 13/45	ОЗС-6	АНО-6	ОЗС-4
4—6	3	80—120	90—100	90—130	90—110
6—9	4	140—200	160—180	150—200	160—180
10—13	5	190—250	200—250	190—300	200—250
14 и более	6	240—300	250—320	270—360	280—300

Таблица 6.6. Рекомендуемые режимы сварки при исправлении дефектов литья из аустенитной стали ручной электродуговой сваркой

Диаметр электрода, мм	Сила тока, А
3	70—100
4	120—140
5	150—200
6	220—250

Примечание. Корень шва варить электродом Ø 3 мм.

Таблица 6.7. Ориентировочные режимы аргоно-дуговой ручной сварки

Диаметр присадочной проволоки, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Сила тока, А
0,8—1,0	1,0	30—40
1—1,6	1,6	35—60
1,6—2,5	2,0	60—120
2,0—3,0	3,0	100—140
2,5—3,0	4,0	120—180

Примечание. Напряжение дуги 12—15 В, аргоны марки А по ГОСТ 10157—62.

Режимы сварки при этом приведены в табл. 6.7.

При исправлении сквозных пороков для первых проходов, независимо от толщины стенки, применяются электроды диаметром 3—4 мм. Заварка выполняется после предварительного удаления дефекта до чистого металла.

К выполнению работ по заварке допускаются только дипломированные сварщики, а после выполнения работы место заварки клеймится личным клеймом сварщика.

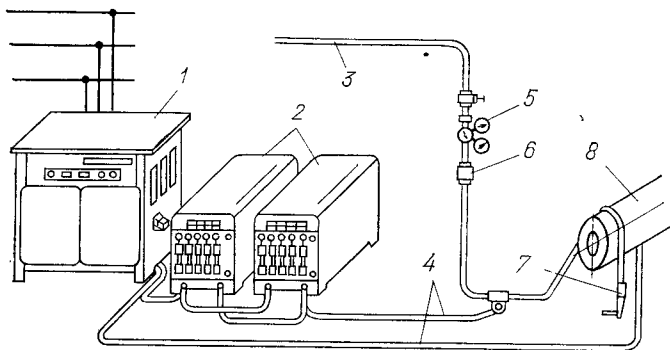


Рис. 6.5. Схема установки для удаления дефектов воздушно-дуговой строжкой: 1 — многопостовый выпрямитель ВКСМ-1000; 2 — балластные реостаты РВ-300; 3 — воздушная магистраль; 4 — сварочные электрические кабели; 5 — воздушный редуктор; 6 — влагоотделитель; 7 — резак; 8 — ремонтируемая деталь.

Не допускаются такие дефекты заварки, как непровар между основным металлом и наплавленным, трещины, поры и шлаковые включения в наплавленный металл. Подготовка дефекта к заварке заключается в следующем. Дефектные участки отливки тщательно очищают от земли, пригара, окислы, масла и других загрязнений. Закрытые литейные пороки вскрывают. Открытые и закры-

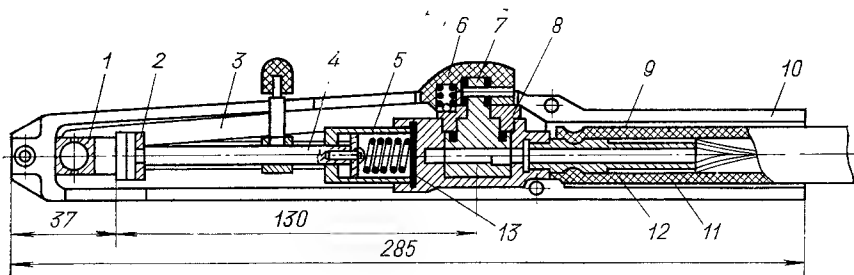


Рис. 6.6. Резак для воздушно-дуговой строжки:

1 — головка; 2 — грундбукса; 3 — трубка; 4 — шток; 5 — цилиндр; 6 — пружина; 7 — гайка; 8 — пробка; 9 — штуцер; 10 — рукоятка; 11 — резиновый шланг; 12 — токоведущая жила; 13 — корпус.

тые пороки разделяют и зачищают до здорового металла пневматическим зубилом, шлифовальным кругом или методом воздушно-дуговой строжки. Последний метод является наиболее производительным, он выполняется при помощи воздушно-дуговых резаков типов РВД-4А-66 или другого типа. Источником питания могут служить сварочные преобразователи ПСМ-1000, ПСО-500 и др., а также сварочные выпрямители ВС-500, ВС-600 и ВКСМ-1000. Сжатый воздух подается давлением 0,4—0,6 МПа, электроды применяются угольные. Схема работы установки приведена на рис. 6.5, резак — на рис. 6.6, удаление дефекта — на рис. 6.7.

При применении воздушно-дуговой строжки для удаления дефектов места их выборки необходимо подвергать последующей механической зачистке до полного удаления следов строжки. Поверхность каждой вырубki следует контролировать капиллярной или магнитно-порошковой дефектоскопией: дефекты по размерам и количеству не должны превышать 50% норм, установленных для отливок арматуры АЭС, при этом расстояние между дефектами не должно быть менее 20 мм. Размеры и форма разделки дефектного участка должны обеспечивать свободный доступ электрода к каждой точке завариваемой поверхности (рис. 6.8). Если при разделке трещины в вершине угла образуется зазор более 3 мм, рекомендуется применять подкладную планку из стали толщиной 3—4 мм (рис. 6.9, а) или медную пластину толщиной 5—6 мм. При большой ширине сквозной вырубki применяют вставку из прокатной или литой стали. Размеры вставки выбираются по размеру вырубki (рис. 6.9, б), угол разделки кромок под заварку — не менее 30°. Заварка деталей, находящихся под давлением, запрещается. При заварке тонкостенных отливок во избежание местного перегрева следует делать перерывы после наложения нескольких валиков. Заварка производится, как правило, в нижнем положении, причем валик накладывается вдоль наибольшего размера вырубki. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий не менее чем на 1/3 ширины (рис. 6.10).

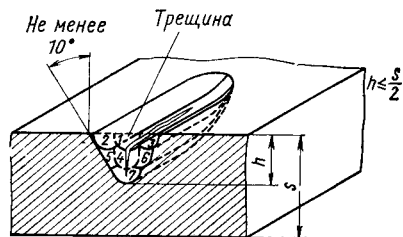


Рис. 6.7. Удаление дефекта в виде трещины воздушно-дуговой строжкой.

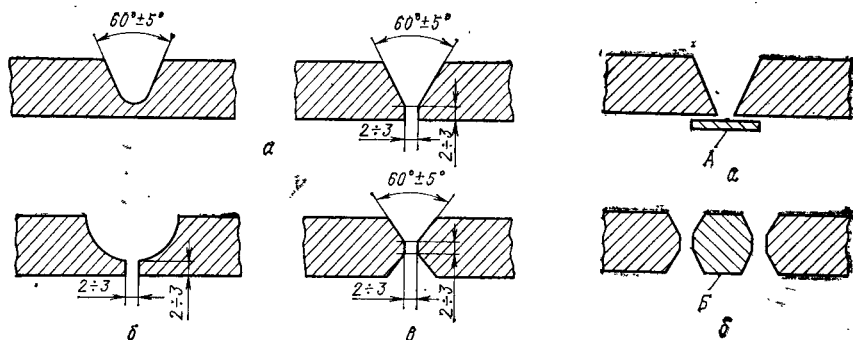


Рис. 6.8. Форма разделки дефекта при исправлении отливок аустенитной стали:

а — при толщине стенок до 20 мм; б — при толщине более 20 мм; в — допускается при толщине стенки более 12 мм.

Рис. 6.9. Применение при заварке подкладной пластины (А) или вставки (Б):

а — заварка с пластиной; б — заварка с вставкой.

Глубокие пороки, имеющие длину свыше 350—400 мм, заваривают методом «горки». При этом подлежащий заварке участок разделяют на отдельные участки длиной 100—120 мм. Заваривают первый слой на первом участке, затем первый слой на втором участке и второй слой на первом, первый слой на третьем, второй слой на втором и третий на первом участке и т. д. (рис. 6.11) После наложения каждого слоя должен удаляться шлак.

Термическая обработка отливок из углеродистой стали после заварки не обязательна, если площадь заварки не превышает площадь, указанную в табл. 6.8, и если заварка дефектов шейки фланца не превышает 25% длины окружности.

Таблица 6.8. Допустимые площади заварки

D_y , мм	300	300—700	>700
Площадь односторонней наплавки в пораженной зоне, см^2	150	250	400
Общая площадь рассредоточенной наплавки в пораженных зонах, см^2	200	300	450

Во всех остальных случаях термообработка обязательна. Термообработку отливок из углеродистых сталей 15Л, 20Л и 25Л после заварки проводят по следующему режиму: нагрев до температуры 600—650° С с выдержкой в течение 3—4 ч при этой температуре, охлаждение вместе с печью до температуры 400° С и дальнейшее охлаждение на воздухе.

При выявлении дефектов в окончательно обработанных отливках, размеры которых превышают приведенные в табл. 6.8 и когда термическая обработка невозможна, допускается заварка дефектов с предварительным подогревом изделия до температуры 150—250°С без последующей термообработки. В каждом отдельном случае вопрос решается компетентными организациями.

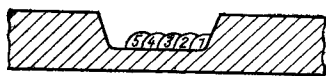


Рис. 6.10. Схема наложения валиков при заварке.

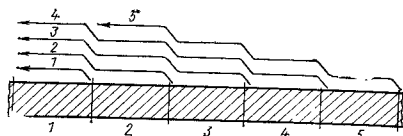


Рис. 6.11. Последовательность наплавки участков.

Места в отливке, которые были подвергнуты исправлению заваркой, должны контролироваться всеми методами, которыми отливка контролировалась при изготовлении. Качество исправленных заваркой мест в сварных кромках отливок следует оценивать по нормам ПК 1514—72. Допускается повторное исправление обнаруженных мелких дефектов.

При заварке сквозных дефектов в сертификате на отливку должны быть указаны марка электрода, использованного при заварке, и другие сведения. После выправления дефекта качество ремонта проверяется ОТК и приемка подтверждается нанесением клейма на отливку. Отливка без клейма к дальнейшим производственным операциям не допускается.

При ремонте арматуры иногда возникает необходимость восстановить герметичность фланцевого соединения, нарушенную в процессе эксплуатации. Уплотнительные поверхности фланцев деформируются под влиянием напряжений, вызванных затягом соединения, термических напряжений, вызываемых перепадом температур по сечению фланца, ползучестью материала при высоких температурах и теплосменами — нагревом и охлаждением оборудования. В результате коробления фланцев нарушается равномерное зажатие прокладки между уплотнительными поверхностями и соединение начинает пропускать рабочую среду. Уплотнительные поверхности фланцев могут подвергаться коррозии и эрозии под действием струи пара или воды. На фланцах также могут образоваться вмятины и забоины в результате небрежного отношения при транспортировании арматуры.

На стальных фланцах дефекты глубиной свыше 0,5 мм можно устранить наплавкой и последующей обработкой; небольшие вмятины глубиной до 0,5 мм — проточкой уплотнительной поверхности. После проточки следует притереть уплотнительные поверхности, если во фланцевом соединении при-

меняется металлическая прокладка. Для мягких прокладок притирка не требуется.

В процессе ремонта отбраковывается значительная часть крепежных деталей в связи с коррозией и повреждениями резьбы. Отбракованные детали заменяются новыми. В ряде случаев, при отсутствии запасных, крепежные детали изготавливаются силами ремонтного цеха или завода. Возможны случаи, когда возникает необходимость в изготовлении новых шпинделей, штоков и ходовых гаек (резьбовых втулок). Крепежные резьбы выполняются с полем допуска 8д для болтов и 7Н для гаек по ГОСТ 6093—70. Трапецеидальная резьба для шпинделей и штоков выполняется по классу 3Х, а для резьбовых втулок (ходовых гаек) по классу 3 по ГОСТ 9562—75. Шероховатость поверхности профиля резьбы крепежных деталей, обеспечивающих герметичность уплотнения рабочей среды, допускается $R_z \max 20$, а во всех прочих случаях $R_z \max 40$ по ГОСТ 2789—73.

Ремонт корпусов вентиляей. Наибольшее количество изделий арматуры на АЭС (до 80%) составляют запорные вентили малых диаметров прохода ($D_y = 10 \div 20$ мм), устанавливаемые для дренажа, выпуска воздуха и т. п. Основной задачей при капитальном ремонте таких вентиляей является восстановление работоспособности и ресурса запорного органа вентиля, детали которого подвергаются изнашиванию наиболее интенсивно. Для этой цели необходимо вырезать вентиль из трубопровода, наплавить сплавом повышенной стойкости седло корпуса, обработать его, отремонтировать уплотнительную поверхность штока и притереть уплотнительные поверхности штока к седлу. Помимо этого следует обработать концы патрубков под сварку и обточить средний патрубок, подготовив его для установки бугеля.

Для разборки вентиля конструкции ЧЗЭМ необходимо свинтить бугель с резьбы корпуса, предварительно удалив или разрушив сварные прихватки, соединяющие бугель с корпусом, — это может быть выполнено ножовкой или с помощью шлифовального круга. При централизованном ремонте вентиляей, крупносерийной или поточной организации, целесообразно использовать станок для свинчивания бугелей путем разрушения прихваток, показанный на рис. 6.12. Корпус вентиля $D_y = 10$ мм и 20 мм устанавливаются на подставку 3, при этом бугель располагается в пазу диска 2, соединенного выступами с прорезями трубы 2. Подставка соединена с выходным валом редуктора станка 5 при помощи штифта 4. Труба 2 закреплена на крышке 6 червячного редуктора колонкового электропривода, при вращении выходного вала привода вращается корпус вентиля, а бугель остается неподвижным.

Наплавка седла корпуса является ответственной операцией и затруднена тем, что должна производиться в полости глубиной 58—82 мм. Седло наплавляют электродами ЦН-6. Чтобы облегчить выполнение наплавочных работ, применяется технологический процесс, стадии которого приведены на рис. 6.13. При этом методе требуется дополнительное отверстие в корпусе и последующая заварка его с применением технологической пробки, но обеспечивается возможность применения высококачественного материала для наплавки уплотнитель-

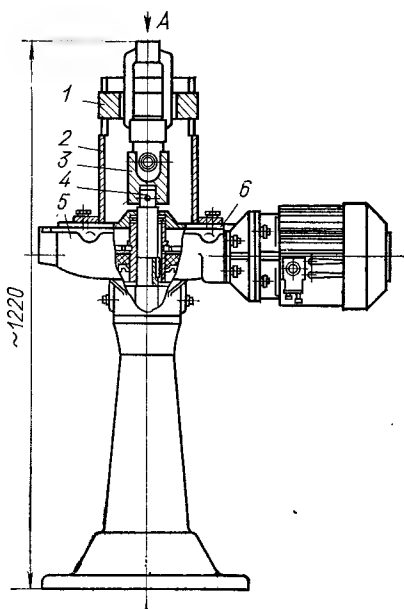


Рис. 6.12. Станок для свинчивания бугеля с корпуса вентиля:

1 — диск; 2 — труба; 3 — подставка; 4 — штифт; 5 — червячный редуктор; 6 — крышка редуктора.

ного кольца седла. Последнее изготавливается в виде отдельной детали, наплавляется требуемым сплавом и обрабатывается. Подготовленное седло устанавливается в корпусе, поджимается при помощи специального приспособления (см. рис. 6.13, *б*) и приваривается к корпусу плотным швом аустенитовыми электродами. Затем устанавливается и приваривается к корпусу технологическая пробка (см. рис. 6.13, *г*).

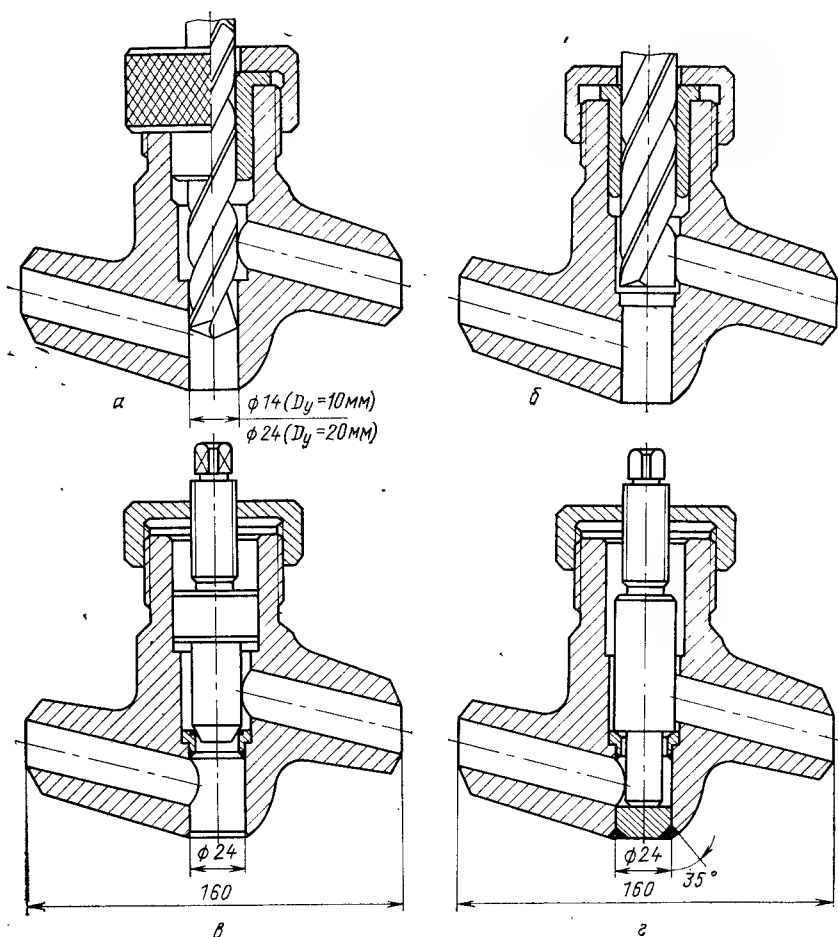


Рис. 6.13. Схема обработки на сверлильном станке уплотнительной поверхности в корпусах вентилях $D_y = 10$ и 20 мм:

а — сверление отверстия под наплавку; *б* — торцовка поверхности зенкером; *в* — установка и приварка седла; *г* — установка и приварка пробки к корпусу.

На рис. 6.14 показаны эскизы технологического процесса восстановления корпусов вентилях $D_y = 10$ и 20 мм без технологической пробки. Обработка ведется на токарном станке. Во все методах ремонта корпусов вентилях при обработке в качестве установочной или направляющей базы используется отверстие под сальник в среднем патрубке. На рис. 6.14, *а* по этой поверхности устанавливается кондукторная втулка для направления размерного режущего инструмента (сверла, зенкера) и поджимная оправка для приварки седла корпуса. Эта поверхность является установочной на первой операции обработки. Корпус за-

крепляется на разжимной трехроlikовой оправке и на нем изготовляют центровое гнездо и центрирующую фаску на среднем патрубке. Защищают опорный конус под бугель ниже резьбы на среднем патрубке. На второй операции корпус поджимается на приспособлении центром, а центрируется по фаске на среднем патрубке. После наплавки корпус обрабатывается на токарном станке. Имеются другие варианты технологии восстановления корпусов вентилей, предназначенные для различных условий, от мелкосерийного производства до автоматизированных линий.

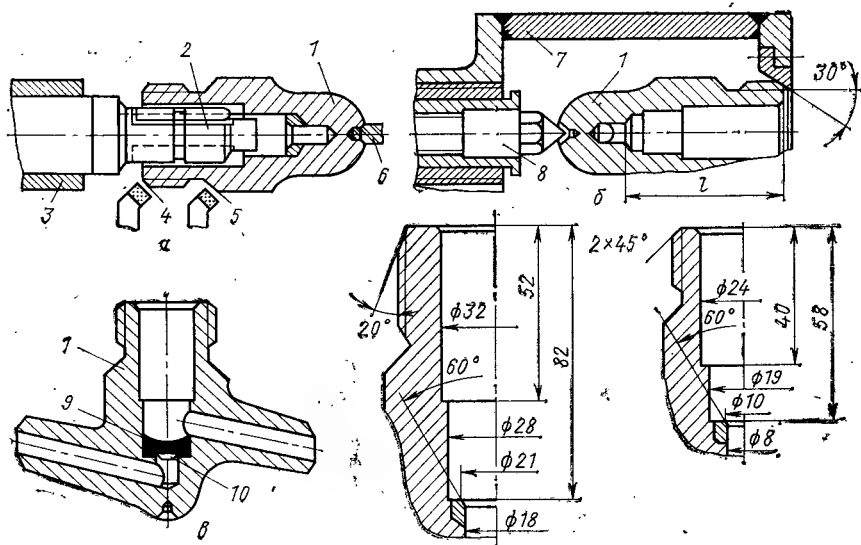


Рис. 6.14. Схема обработки на токарном станке корпусов вентилей $D_y=10$ и 20 мм:

а — создание технологической базы; б — расточка сальниковой камеры и седла; в — наплавка; г — обработка сальниковой камеры и седла; 1 — корпус; 2 — трехроlikовая оправка; 3 — шпилька токарного станка; 4 и 5 — проходные резцы для снятия фасок; 6 — центровое сверло; 7 — рамка приспособления; 8 — центр; 9 — наплавленный слой; 10 — промежуточный диск.

После обработки притираются уплотнительные поверхности. Шероховатость притертых поверхностей не должна быть выше шероховатости $R_a 0,16$ (10-го класса), а пятно контакта при проверке по краске должно занимать не менее 80% площади поверхности контакта. Твердость уплотнительного кольца в седле корпуса (HRC 41—42) должна быть выше твердости уплотнительного кольца на тарелке-золотнике (HRC 32—35).

Бугель на корпусе навинчивается плотно до упора с приложением момента $M_{кр} \approx 80 \text{ Н} \cdot \text{м}$ для $D_y = 10$ мм и $M_{кр} \approx 160 \text{ Н} \cdot \text{м}$ для $D_y = 20$ мм.

При текущем ремонте задвижек заменяется набивка, подтягиваются крепления, проверяется работа привода, заменяются некоторые прокладки и смазки. Работа выполняется без разборки основных узлов. При среднем ремонте задвижки также не вырезается из трубопровода. Снимается крышка, если она соединена с корпусом при помощи фланца, производится очистка корпуса, притирка уплотнительных колец корпуса и тарелок, регулировка положения клина, замена сальниковой набивки, прокладок, смазки. Заменяются дефектные крепежные детали, проверяется работа привода, аппаратуры управления и сигнализации, контролируется техническое состояние узлов и деталей механизмов дистанционного управления.

При капитальном ремонте задвижек их, как правило, вырезают из трубопровода и заменяют новыми или отремонтированными. Подлежащие ремонту

изделия направляются на ремонтный участок, цех или завод. При капитальном ремонте восстанавливаются наплавкой и последующей обработкой уплотнительные поверхности корпуса и тарелок, контролируются и ремонтируются поверхности шпинделя, заменяются сальниковые набивки, прокладки и неисправные крепежные детали.

Разборка и сборка задвижек с фланцевым и бесфланцевым соединениями крышки с корпусом имеют существенные различия. В первом случае после свинчивания гаек со шпилек крышка снимается сравнительно легко. При наличии мембранного уплотнения необходимо предварительно удалить сварной шов. После выполнения ремонта мембранное уплотнение должно быть восстановлено. Во

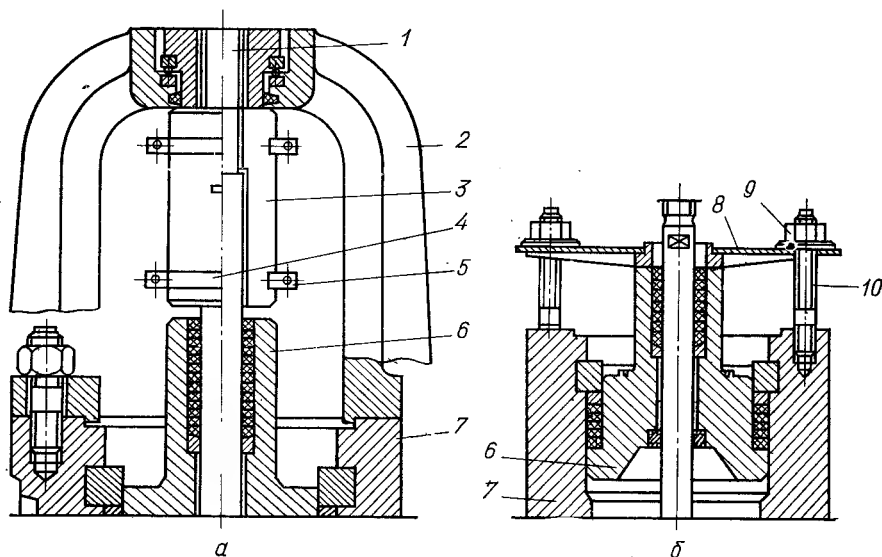


Рис. 6.15. Приспособление для опускания крышки:

а — с использованием привода задвижки; *б* — с опорной плитой; 1 — шпиндель; 2 — бугель; 3 — разрезная втулка; 4 — хомут; 5 — болт; 6 — плавающая крышка; 7 — корпус; 8 — опорная плита; 9 — гайки; 10 — шпильки.

втором случае для снятия крышки ее надо осадить, удалить разрезные упорные кольца и затем снимать крышку. Часто появляются затруднения при разборке из-за того, что крышка «прикипает» и требует для ее осадки больших усилий. При выполнении этой операции могут применяться различные устройства: гидравлический осадитель, гидравлический пресс или демонтакное приспособление (рис. 6.15). Последнее не требует применения сложных конструкций и оборудования, а усилие при его применении создается приводом задвижки с использованием резьбы ходового узла задвижки или шпилек, ввернутых в корпус. На рис. 6.15, *а* показано приспособление с разрезной втулкой 3, которую одевают на резьбу шпинделя и стягивают хомутами. Затем включают привод задвижки и опускают затвор, а вместе с ним опускается и крышка, которая выжимается вниз нижним торцом разрезной втулки. На рис. 6.15, *б* показано приспособление с нажимной плитой 4, через которую проходят четыре затяжные шпильки, ввинченные в корпус. Нажимная плита упирается в верхний выступ крышки. Затягивая поочередно противоположно расположенные гайки, опускают крышку вниз.

Не рекомендуется для опускания крышки наносить по ней удары. Это может привести к перекосам крышки в корпусе, ее заеданию и образованию трещин. После разборки задвижки тщательно обследуются уплотнительные кольца, выявляется состояние уплотнительных поверхностей и сварных швов. Уплотнительные поверхности паровых задвижек часто повреждаются, поэтому контроль

следует проводить тщательно с применением лупы и люминесцентной дефектоскопии. Для проверки может быть использован оптический прибор, схема которого приведена на рис. 6.16. К трубе 3 приварено колено 2 с зеркалом 7, расположенным под углом 45° . Зеркало установлено во вращающемся видоискателе, на котором установлена лампочка с козырьком, питаемая от источника тока 12 В. На приборе имеются два шкива — ведомый 8 и ведущий 5, выполненный на маховике управления 4. Шкивы 4 и 8 связаны ременной передачей 1. Маховик 4 свободно вращается на оси, приваренной к трубе 3, на верхнем конце которой расположен окуляр 2. Для осмотра прибор устанавливают в корпус задвижки 6 и, вращая маховик 4, через окуляр 2 обследуют состояние кольца и сварочного шва.

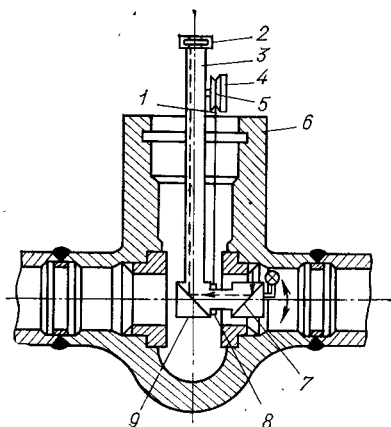


Рис. 6.16. Прибор для осмотра колец корпуса задвижки:

1 — ремень; 2 — окуляр; 3 — труба; 4 — маховик; 5 — ведущий шкив; 6 — корпус задвижки; 7 — зеркало; 8 — ведомый шкив; 9 — колено.

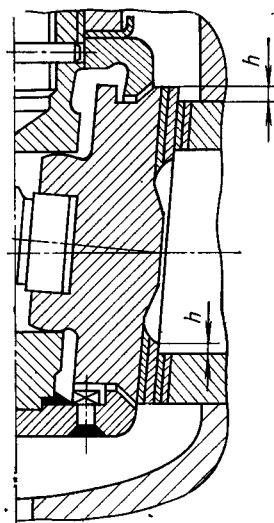


Рис. 6.17. Взаимное расположение уплотнительных колец клина и корпуса задвижки после их подгонки и притирки.

На уплотнительных поверхностях не допускаются износ, глубокие поперечные риски, царапины, любые трещины, задиры и другие дефекты. При неудовлетворительном состоянии уплотнительных поверхностей седел или шва в местах приварки седел (имеются трещины) они вырезаются из корпуса и направляются на ремонт. Ремонт седел заключается в следующем: поверхности под наплавку протачиваются, наплавляются, снова протачиваются и притираются. Затем седла привариваются к корпусу в требуемом положении, при котором должны быть выдержаны расстояние и угол между ними.

Для нормальной работы задвижки уплотнительные поверхности корпуса должны быть всегда перекрыты уплотнительными поверхностями задвижки, поэтому ширина уплотнительных колец тарелок предусматривается на 5—10 мм больше ширины колец корпуса (в зависимости от D_y). В процессе эксплуатации уплотнительные поверхности изнашиваются и клин несколько смещается вниз. Смещение клина вниз происходит и после ремонта задвижки с притиркой колец. Изменения температуры также могут сказаться на положении клина по высоте относительно колец корпуса. Чтобы обеспечить запас на перемещение клина вниз, его при сборке необходимо установить так, чтобы нижние кромки колец корпуса и клина совпадали, а верхние кромки колец тарелок располагались выше верхних кромок колец корпуса на $h = 5 \div 10$ мм (в зависимости от D_y) — рис. 6.17. Таким образом, разность ширины колец тарелок и корпуса должна идти «в запас» на возможное опускание клина.

Ремонт предохранительных клапанов. К предохранительным клапанам при проверке их работы предъявляются три основных требования: герметичность запорного органа до начала открытия, открытие при заданном давлении и посадка клапана при давлении, возможно близком к давлению открытия. Первое условие — герметичность запорного органа — зависит от состояния уплотнительных поверхностей седла корпуса и тарелки, выполнение второго и третьего условий в значительной мере зависит от технического состояния механизмов и аппаратуры ИПУ.

Уплотнительные поверхности подвергаются осмотру в первую очередь. Дефекты глубиной менее 0,3 мм (риски, вмятины, раковины, забоины и др.) могут быть устранены на месте зачисткой и последующей притиркой. При более глубоких повреждениях детали должны быть направлены для ремонта в мастерскую. Проверяется состояние и подвижность рычагов, штоков, якорей электромагнитов, осей вращения, крепежных деталей. Вышедшие из строя детали заменяются новыми или восстановленными. Проверяется состояние поршневого привода главного предохранительного клапана. На рубашке поршня не допускаются задиры, вмятины, раковины и другие дефекты. Эллипсность рубашки корпуса не должна превышать 0,05 мм. Мелкие дефекты на рабочей поверхности рубашки устраняются зачисткой шабером или наждачной шкуркой. Проверяется состояние пружин, штоков и других деталей. Выявляются возможные трещины, коробления. После ремонта деталей и окончания сборки предохранительные клапаны проверяются на герметичность запорного органа, затем определяется давление начала срабатывания клапана, проверяется работа электромагнитов, электроконтактных манометров. Точность срабатывания клапана проверяется при нескольких сбросах.

6.6. НАПЛАВКА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Восстановление уплотнительных и других поверхностей наплавкой должно проводиться на основе заранее разработанного технологического процесса с учетом марки основного и наплавляемого металлов, технических требований к восстанавливаемой детали и условий эксплуатации арматуры. В технологических картах должны быть указаны последовательность работ и режимы их выполнения, марки и сечения электродов, флюсы, сила тока, температура сопутствующего подогрева, режим термообработки, методы контроля, применяемые оборудование и оснастка. Уплотнительные кольца можно наплавлять сплавами повышенной стойкости с помощью электродов ЦН-2, ЦН-6, ЦН-6М, ЦН-6Л, ЦН-12, ЦН-12М и с подогревом детали (табл. 6.9). На детали из стали перлитного класса первоначально направляется подслои высотой не менее 3 мм электродами ЦТ-10, ЭА-359/9 и т. п. При использовании электродов ЦН-6, ЦН-6М, ЦН-6Л предварительную наплавку подслоя можно не производить.

Наплавка производится также на поверхности таких деталей, как шпиндели, штоки, гильзы, плунжеры и другие, с целью повысить их износостойкость.

Таблица 6.9. Температура подогретой детали энергетической арматуры перед наплавкой

Условный диаметр прохода, мм	Температура для электродов, °С		
	ЦН-6, ЦН-6М, ЦН-6Л	ЦН-12, ЦН-12М	Стеллит ВЗК
≤ 65	Без подогрева ≥ 200 ≥ 300	—	—
65—150		500	650—800
> 150		—	—

Примечание. Детали с массой не более 2 кг допускается наплавлять без подогрева.

Детали из углеродистых и низколегированных сталей (25, Х5М и др.) наплавляют хромистыми сплавами типа 12Х13 и 20Х13. Применяют также порошковые проволоки ПП-2Х14 и ПП-1Х14Т, дающие равномерное содержание хрома 13—14% в наплавленном слое. Сплав ЦН-13 применяется для коррозионных и агрессивных сред при повышенной рабочей температуре.

Поверхности, подлежащие наплавке, должны быть подготовлены путем механической обработки. На подготовленной к наплавке поверхности не допускаются наличие окалины, загрязнения, глубоких рисок, заусенцев, газовых пор, шлаковых включений и других пороков металла. Канавки и выточки под наплавку не должны иметь острых углов и резких переходов (переходы должны выполняться с радиусом 3—5 мм).

На каждую наплавляемую деталь должна быть разработана технологическая документация с эскизами, в которых указывается заготовка детали под наплавку со всеми необходимыми размерами, гарантирующими получение высоты наплавки с размерами по чертежу с учетом припуска на механическую обработку по высоте и ширине кольца. Наплавка производится в нижнем положении на вращающемся столе или специально приспособлении. На однотипные детали разрабатывается типовая технология.

Наплавка электродами ЦН-2, ЦН-6, ЦН-6М, ЦН-12, ЦН-12М должна производиться от источника питания постоянного тока на обратной полярности (плюс — на электроде, минус — на изделии).

Для получения твердости наплавленного металла высота наплавки после окончательной механической обработки должна быть не менее 5 мм. Наплавка должна производиться не менее чем в три слоя. Рекомендуемая сила тока при наплавке указана в табл. 6.10. После наложения каждого слоя наплавки тщательно удаляют шлак.

Детали, наплавленные электродами ЦН-6, ЦН-6М, ЦН-6Л, ЦН-12 и ЦН-12М, охлаждают в ящике с песком, а наплавленные электродами ЦН-2 охлаждают вместе с печью.

Наплавленные детали из коррозионно-стойкой стали необходимо термически обработать сразу после наплавки либо после охлаждения, как указано выше. Термообработка производится при температуре 850—870° С в течение 2 ч. Однотипные детали комплектуются в партии: а) золотники, штоки и другие мелкие детали $D_y \leq 100$ мм; б) то же, $D_y > 100$ мм; в) корпуса арматуры, $D_y \leq 100$ мм; г) то же, $D_y > 100$ мм. Для уплотнительных колец успешно применяется порошковая плазменная наплавка. При контроле проводится осмотр состояния наплавленной поверхности и проверяются ее размеры. В случае необходимости допускается повторная наплавка.

Дефекты в наплавленном и основном металлах (в зоне термического влияния) выявляются визуальным осмотром после предварительной и после окончательной механической обработки, а также с помощью цветной дефектоскопии (трещины, поры, шлаковые включения и подобные, не обнаруживаемые внешним осмотром). Трещины всех типов в наплавленном слое не допускаются. На плоских наплавленных уплотнительных поверхностях арматуры $D_y \leq 200$ мм после окончательной механической обработки не допускаются поры, шлаковые включения и другие дефекты. В арматуре $D_y > 200$ мм допускается наличие отдельных раковин или пор размером не более 1 мм, не влияющих на герметичность запорного органа. Количество таких дефектов не должно превышать:

Таблица 6.10. Рекомендуемая сила тока, А, при наплавке деталей арматуры сплавами повышенной стойкости

Диаметр электрода	ЦН-2	ЦН-6Л, ЦН-6М, ЦН-12, ЦН-6, ЦН-12М
3	—	80—100
4	100—140	110—140
5	160—200	160—190
6	200—240	—
7	240—280	—

D_y , мм	200—500	500—800	>800
Количество дефектов	5	10	15

Таблица 6.11. Химический состав электродов, применяемых для наплавки

Марка электрода	Содержание			
	C, не более	Si	Mn	Cr
ЦН-6	0,1	5,0—5,8	1,0—2,0	16,0—18,0
ЦН-6М	0,12	5,0—6,2	1,0—2,0	15,0—17,5
ЦН-12	0,18	4,5—5,8	3,0—4,0	14,0—18,0
ЦН-12М	0,18	4,1—5,3	3,0—5,0	14,0—18,0

Расстояние между дефектами не должно быть менее 20 мм. На боковых нерабочих поверхностях плоских уплотнений допускаются раковины или поры размером не более 1 мм, расположенные на расстоянии не менее 20 мм друг от друга. На конусных и ножевых уплотнениях по уплотнительному пояску дефекты не допускаются.

Твердость наплавленного металла в доступных местах проверяется непосредственно на обработанных поверхностях с припуском не более 0,5 мм, а в недоступных — с применением образца-свидетеля, марка металла которого, форма разделки, размеры и конфигурация наплавки должны полностью соответствовать требованиям чертежа на контролируемую партию деталей. Один образец-свидетель изготавливается на партию однотипных деталей не более 50 шт., наплавленных одним сварщиком, материалами одной и той же партии, по технологическому процессу наплавки, аналогичному процессу наплавки на контролируемую деталь. Твердость наплавленных поверхностей указана в табл. 6.11.

Уплотнительные поверхности должны наплавляться аттестованными сварщиками не ниже 3-го разряда, прошедшими подготовку по наплавке износостойкими материалами и имеющими удостоверение о допуске к выполнению наплавочных работ.

Для наплавки уплотнительных колец применяются и такие прогрессивные методы, как плазменная наплавка в аргоне с вдуванием в зону дуги порошка из хромоникелевых сплавов Колмоной с содержанием, %: 8—20 Cr; 1,5—45 В; 1—5 Si и др. Используется также наплавка в вакууме током высокой частоты.

Наплавка изношенных поверхностей шпинделей, штоков, плунжеров и других деталей производится в случае технической необходимости и экономической целесообразности выполнения этих операций с условием обеспечения всех необходимых механических характеристик наплавленного металла. Восстановление мест с трещинами, коррозией и другими подобными дефектами следует выполнять после вырубки дефекта до основного здорового металла. После механической и термической обработки восстановленной детали ее размеры, твердость и шероховатость поверхности должны соответствовать требованиям, предъявляемым к новой детали.

6.7. ПРИТирКА УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В число ремонтных операций по восстановлению работоспособности арматуры входит притирка уплотнительных колец. Она выполняется наиболее часто при различных видах ремонта арматуры и обязательна при проведении среднего и капитального ремонта каждого изделия. Степень герметичности запорного органа зависит от качества притирки, поэтому она должна выполняться тщательно с соблюдением необходимых методов обработки и контроля качества.

В зависимости от технического состояния уплотнительные кольца можно притирать после очистки колец, после протачивания и шлифования или после восстановления наплавкой, протачивания и шлифования. Операция шлифования выполняется только на затворе (клине, тарелке, диске) и при наличии соответствующего оборудования, поэтому наиболее часто уплотнительные кольца притирают после чистового протачивания.

уплотнительных поверхностей

элементов, %					Твердость по Роквеллу наплавленного слоя
Ni	Mo	Nb	S, не более	P, не более	
6,0—8,0	—	—	0,04	0,04	27—33
6,5—9,5	—	—	0,04	0,04	27—37
6,5—10,0	5,0—7,0	0,9—1,4	0,04	0,04	40—52
6,5—10,0	5,0—7,0	0,9—1,4	0,04	0,04	38—50

Механическая обработка поверхностей, подлежащих притирке, должна выполняться так, чтобы шероховатость была не выше шероховатости ($R_z 20$ по шестому классу.) Притирка заключается в обработке металлической поверхности абразивными зернами, свободно расположенными между взаимно движущимися поверхностями. Одна из поверхностей является ведущей (притир), она должна быть изготовлена из более мягкого материала, чем материал обрабатываемой поверхности. В поверхность притира вдавливаются (шаржируются) зерна абразива и ведутся по обрабатываемой поверхности. Существуют два метода притирки — с помощью притира и взаимная притирка двух поверхностей, когда две детали изделия взаимно перемещаются друг относительно друга. Использование притира более рационально. Перед притиркой ведущая поверхность тщательно очищается бензином и шаржируется, т. е. на нее наносится равномерным слоем разведенная притирочная паста и втирается в поверхностный слой рабочей части притира. В процессе притирки паста должна периодически возобновляться, так как абразивы постепенно разрушаются, а смазка окисляется.

Для получения требуемой шероховатости необходимо применять соответствующие притирочные пасты и соблюдать определенный режим притирки. Притирочная паста представляет собой относительно густую жидкость, насыщенную абразивами. В состав жидкости входят смазывающие вещества и поверхностно-активные добавки. Наиболее часто используется машинное масло (индустриальное) с добавкой олеиновой кислоты или состав из машинного масла с керосином в отношении 2 : 1 или 1 : 1 с добавкой олеиновой или стеариновой кислоты. В жидкость замешивается порошок абразива до образования сметанообразной смеси густотой, соответствующей техническому вазелину при 20° С, примерно 1 часть притирочного порошка и 2 части жидкости.

Абразивные порошки, твердость которых выше твердости закаленной стали, считаются твердыми, к ним относятся порошки синтетических алмазов, карбида бора, карбида кремния, электрокорунда, наждака и др. Порошки, твердость которых ниже твердости закаленной стали, считаются мягкими — окиси хрома, железа, алюминия, олова и др. Для притирки широко применяются пасты ГОИ (Государственного оптического института), которые выпускаются в виде цилиндров диаметром 36 мм и высотой 50 мм или в кусках. Имеются три сорта паст ГОИ: грубая, средняя и тонкая. Грубая паста (светло-зеленая) содержит абразивы размером 40—17 мкм и служит для предварительной притирки после механической обработки. Средняя паста (зеленая) с абразивами 16—8 мкм дает поверхность более тщательно притертую, чем грубая. Тонкая паста (черная с зеленоватым оттенком) имеет абразивы менее 8 мкм и применяется для окончательной притирки или доводки и придания поверхности зеркального блеска.

Наиболее часто для притирки применяются корунд, электрокорунд нормальный и белый, карбиды кремния и бора. По размерам зерен шлифпорошки и микропорошки делятся на три группы: для грубой доводки и получения поверхности с шероховатостью $R_a 1,25—50\%$ применяются шлифпорошки зернистостью от 5 до 3, для предварительной притирки с получением поверхности шероховатостью $R_a 0,63—50\%$ — микропорошки M28—M14 и для окончательной доводки с получением поверхности $R_a 0,16—50\%$ шероховатости используются микропорошки M10—M5.

Для разных условий применяют различные пасты. Примеры составов паст, используемых на арматурных заводах:

электрокорунд белый М10—М14 с олеиновой кислотой;

электрокорунд белый зернистостью 5 с олеиновой кислотой;

электрокорунд белый зернистостью М3 с машинным маслом и олеиновой кислотой.

Институт сверхтвердых материалов выпускает алмазные пасты, которые условно делятся на четыре группы: крупная (красная упаковка и тюбик), средняя (голубая упаковка и тюбик), мелкая (зеленая) и тонкая (желтая). Зернистость алмазных паст от 60/40 мкм до 1,0 мкм. Пасты выпускаются различных концентраций: нормальной (Н) с концентрацией алмазного порошка 2%, повышенной (П) — 5% и высокой (В) — 10%.

Выпускаются также притирочные пасты из эльбора (кубический нитрид бора) различной зернистости (ЛМ40, ЛМ28, ЛМ20, ЛМ14, ЛМ10, ЛМ7, ЛМ5, ЛМ3 и ЛМ1). По концентрации пасты из эльбора подразделяются на следующие: В — высокая, С — средняя, Н — низкая, П — повышенная. По консистенции они бывают: Т — твердая, Г — густая, М — маэобразная, Ж — жидкая. Концентрация пасты выбирается в зависимости от твердости обрабатываемого материала и зернистости порошка. Чем выше зернистость порошка и твердость материала, тем выше принимается концентрация.

Наиболее эффективно применение алмазных и эльборовых паст при притирке твердых материалов: твердых сплавов, закаленных сталей, керамики. Для притирки этих материалов рекомендуются эльборовые пасты следующего состава, %:

Состав № 1

Стеарин	33
Порошок из эльбора	8
Костное масло	14
Олеиновая кислота	27
Растительный жир	18

Состав № 2

Стеарин	60
Порошок из эльбора	4
Костное масло	1,5
Технический вазелин	34
Керосин	0,5

Зернистость абразивов пасты оказывает большое влияние на результаты притирки. С увеличением зернистости увеличивается съем металла, но при этом повышается шероховатость поверхности, в связи с этим притирку рекомендуется проводить в три приема с применением вначале крупнозернистой, а затем мелкозернистой пасты. Очень важно исключить попадание в порошок или пасту крупных зерен, отличных от основной фракции, которые создают на поверхности одиначные риски.

Кольцевые уплотнительные поверхности арматуры притираются возвратно-вращательным движением притира с периодическим его подъемом над притираемой поверхностью. При механической притирке на станках окружную скорость притира в целых исключения нагрева и возможного коробления детали при притирке ограничивают значениями 8—12 м/мин для стали. При ручной притирке ограничиваются скоростями до 2 м/мин. Возратно-вращательное движение при притирке, например кранов, происходит при угле качания от 45 до 240° на разных станках, при этом окружная скорость обычно не превышает 7 м/мин.

Контактное давление оказывает влияние на шероховатость поверхности. С увеличением контактного давления до известного предела процесс притирки происходит более интенсивно. Обычно контактное давление принимается 0,16—0,5 МПа при предварительной притирке и 0,05—0,12 МПа — при чистовой. При ручной притирке контактное давление обычно находится в пределах 0,05—0,15 МПа; причем большие значения применяются при предварительной притирке, меньшие — при окончательной. Чрезмерно большие давления приводят к повышению шероховатости вплоть до задира.

Притирка считается законченной, когда шероховатость поверхности будет оцениваться как незначительная — не выше R_a 0,16, а взаимное прилегание поверхностей будет достаточно полным. Плоские поверхности проверяют с помощью плоской поверочной плиты, смазанной тонким слоем краски (лазури), которую накладывают на притертую поверхность. После двух-трех поворотов на 1/4 оборота в разные стороны на плоскости уплотнительного кольца должен остаться

ся равномерный слой краски. Качество проверки зависит от толщины слоя краски и чем он тоньше, тем точнее контроль. Более тонкой является проверка по радиальным штрихам, наносимым карандашом на контактной притираемой поверхности уплотнительного кольца. Насухо вытертая контрольная плита накладывается на уплотнительное кольцо и поворачивается на 1/4 оборота в разные стороны два-три раза. Если его поверхность не имеет геометрических погрешностей, все карандашные штрихи стираются. Проверку можно выполнить и следующим образом. Уплотнительные кольца смазывают тонким слоем масла и под легким нажимом затвор поворачивают на угол не более 10° в разные стороны 10—15 раз. В тех местах, где имеются выступающие поверхности, на них образуются блестящие блики, создаваемые взаимным трением металлов. Ширина контакта уплотнительных поверхностей деталей затвора задвижек при проверке по краске должна составлять 80% от номинала. Допускается уменьшение ширины контакта до 60% от номинала на 1—2 участках окружности протяженностью не более ширины контакта. Контактное покрытие должно быть по замкнутому контуру. Ширина контакта уплотнительных поверхностей деталей запорного органа должна быть не менее 2 мм.

Параметр шероховатости уплотнительных поверхностей деталей запорного органа не должен быть более $R_a = 0,16$ для плоских поверхностей и $R_a = 0,63$ для конусных по ГОСТ 2789—73.

Притирку узких уплотнительных поверхностей вентиля и клапанов рекомендуется выполнять с учетом следующего. Притирка производится с использованием соответствующих притиров. При притирке корпусов, находящихся на линии, должна быть исключена возможность попадания притирочных материалов в трубопровод.

Притираемая поверхность и поверхность притира перед началом притирки и при каждой смене притирочного материала должны быть тщательно очищены бензином или керосином. Чистовая притирка может производиться с применением микропорошка карбида кремния зеленого М14, а доводка — с применением микропорошка электрокорунда белого М5. Притирочный порошок разводится в олеиновой кислоте до тестообразного состояния. Угол поворота притира $45-90^\circ$. Положение притира относительно детали должно меняться так, чтобы каждая новая дуга делала перебег на $10-20^\circ$. Через каждые один-два повсрота следует немного приподнимать притир.

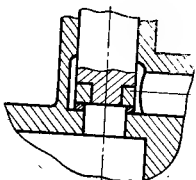
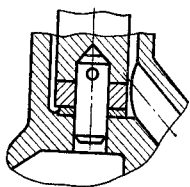
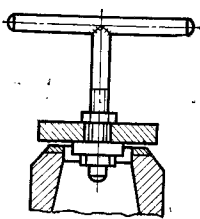
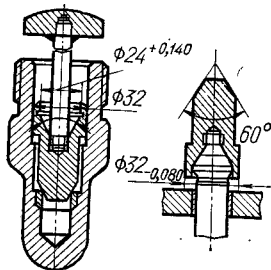
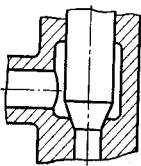
Паста наносится на притир тонким слоем, и зерна пасты растираются ответным притиром. Усилие, прикладываемое к притиру при чистовой доводке, должно создавать контактные давления на уплотнительных поверхностях $0,02-0,09$ МПа. Притирка узких уплотнительных поверхностей шириной до 1 мм должна производиться с усилием не более 0,4 Н на один погонный сантиметр притираемой поверхности. Узкие поверхности притирать друг по другу не допускается. Доводка притиркой поверхности должна вестись усилием собственного веса притира.

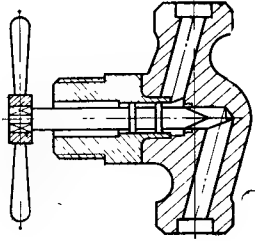
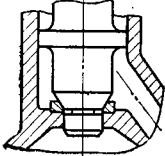
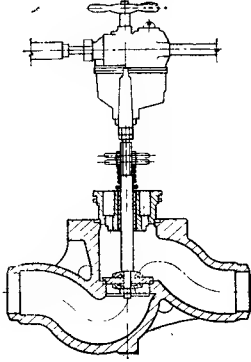
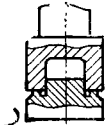
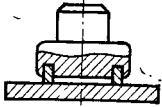
В случае механических повреждений уплотнительных поверхностей перед чистовой производится предварительная притирка с применением микропорошка карбида кремния зеленого М20, при этом притирочная паста наносится на притираемую поверхность в трех-четыре места и разравнивается притиром по всей поверхности. По мере износа притира в процессе притирки он восстанавливается по ответному притиру.

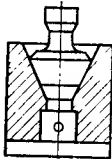
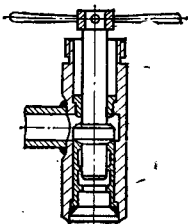
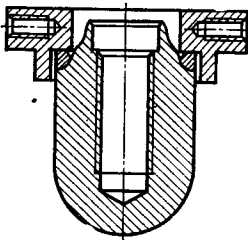
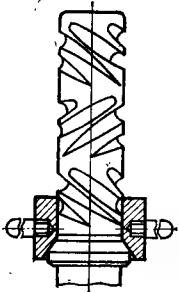
Движение притира может осуществляться следующими способами: вручную с использованием механизированного инструмента — электро- или пневмодре-ли, с применением сверлильных (настольных, вертикальных, радиальных и других металлорежущих) станков или на специальных притирочных (одношпиндельных или многошпиндельных) станках.

В табл. 6.12 приведены различные способы притирки уплотнительных колец вентиля. Применение специальных станков позволяет ускорить притирку в 2—3 раза благодаря тому, что создается стабильный заранее выбранный рациональный режим движения притира с использованием возвратно-вращательного и вибрационного движения. Пример применения радиально-сверлильного станка для притирки корпусов задвижек показан на рис. 6.18, а на рис. 6.19 и 6.20 показаны примеры конструкций специальных станков для притирки корпусов и клиньев задвижек.

Т а б л и ц а 6.12. Способы притирки уплотнительных колец вентиля

Объект притирки	Эскиз	Способ притирки
Корпус вентиля $D_y = 6 \div 20$ мм с плоским уплотнением		Притирка вручную с верхним направлением притира
Корпус вентиля $D_y = 25 \div 50$ мм с плоским уплотнением		Притирка вручную с нижним направлением притира
Корпус вентиля $D_y \geq 50$ мм с плоским уплотнением		Притирка вручную с установкой притира на плоскости седла
Корпус вентиля $D_y = 6$ мм с конусным уплотнением		Притирка вручную с верхним направлением притира
Корпус вентиля $D_y = 10 \div 20$ мм с конусным уплотнением		То же

Объект притирки	Эскиз	Способ притирки
Корпус вентиля $D_y = 20 \div 50$ мм с конусным уплотнением		Притирка вручную с верхним направлением притира
Корпус вентиля $D_y \geq 50$ мм с конусным уплотнением		Притирка вручную с верхним и нижним направлением притира
Корпус вентиля $D_y = 32 \div 150$ мм		Притирка с помощью электрической или пневматической дрели
Золотник вентиля $D_y = 10 \div 100$ мм с плоским уплотнением		Притирка вручную притиром с направлением
Золотник вентиля $D_y = 10 \div 100$ мм с плоским уплотнением		Притирка вручную притиром с установкой притира по плоскости кольца

Объект притирки	Эскиз	Способ притирки
Золотник вентиля $D_y = 6 \div 50$ мм с конусным уплотнением		Притирка вручную притиром с направлением по конусу
Корпус клапана с конусным уплотнением		Притирка вручную притиром с верхним и нижним направлением
Тарелка главного предохранительного клапана		Притирка вручную плоским кольцевым притиром
Плунжер дросселирующего многоступенчатого (каскадного) клапана		Притирка вручную конусным кольцевым притиром

Правильный выбор материала притира оказывает большое влияние на производительность притирки. Основным материалом служит перлитный чугун, не содержащий твердых включений и пор, не имеющий рыхлостей и раковин, внедрений зерен цементита, с содержанием основной структуры — перлита 90—95%. Свободный графит должен быть распределен равномерно в виде отдельных мелких гнезд и тонких пластинок без значительных завихрений и переплетений. Обычно применяется чугун следующего химического состава, %: 2,8—3,1 С

(в том числе связанного углерода 0,6—0,8); 1,8—2,0 Si; 0,5—0,7% Mn; не более 0,12 S; 0,3—0,1 P. Твердость чугуна при использовании паст ГОИ следует иметь HB 200—220, а при применении абразивных паст — HB 150—170.

Применяют также ферритно-перлитный чугун марки СЧ15-32 твердостью HB 163—190. В качестве рабочей используется нижняя, более плотная, сторона отливки. Может быть использован и чугун следующего химического состава, %: 3,0—3,5 C; 3—4 Si; 0,6—0,7 Mn; не более 0,1 S; не более 0,8 P. Притиры на зо-

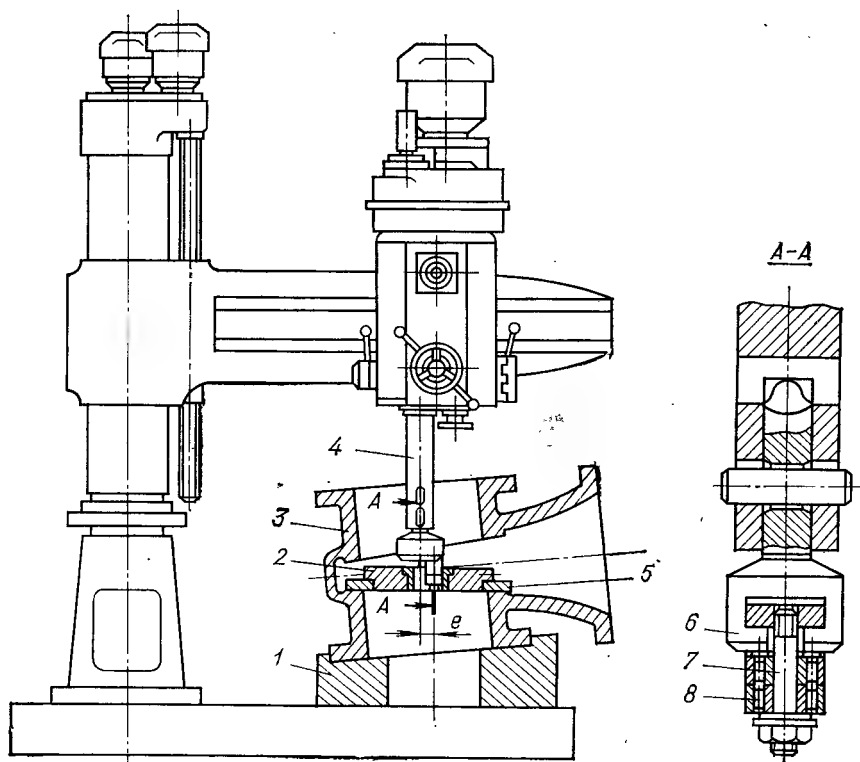


Рис. 6.18. Притирка уплотнительных колец корпуса задвижки на радиально-сверлильном станке:

1 — клиновидная плита; 2 — груз; 3 — притираемый корпус; 4 — шпиндель станка; 5 — притир; 6 — оправка; 7 — палец; 8 — подшипники.

лотник (диск) и седло необходимо обрабатывать на тех же станках, на которых обрабатывались седло и золотник. Взаимное прилегание притиров проверяется на краску. Притир должен применяться только с одним видом притирочной пасты определенной зернистости, регулярно контролироваться во избежание возможных погрешностей плоскости (неплоскостность). Плоскости точных плоских притиров проверяются с помощью интерференционных стекол.

Притиры не должны иметь остаточных напряжений во избежание деформации в процессе работы, поэтому их подвергают искусственному старению при температуре 450—500° С. Заготовки притиров после предварительной (черновой) механической обработки загружают в печь, нагретую не выше 100° С. Затем заготовки нагревают до 450 ± 20° С со скоростью не более 60° в час. Выдержка назначается из расчета 1 ч на каждые 25 мм толщины в наибольшем сечении. Охлаждение производится со скоростью не более 40° в час, а выгрузка из печи — при температуре не выше 80° С.

После термообработки заготовки притиров обрабатывают окончательно и притируют взаимно. Плоскостность притиров проверяется по краске с помощью контрольной плиты. На притирах для предварительной притирки в целях улучшения процесса резания могут наноситься канавки через каждые 15 мм в продольном и поперечном направлениях. На притирах для окончательной притирки канавки не изготавливают. Для исключения возможности повреждения рабочей поверхности притиры должны храниться на специальных стеллажах.

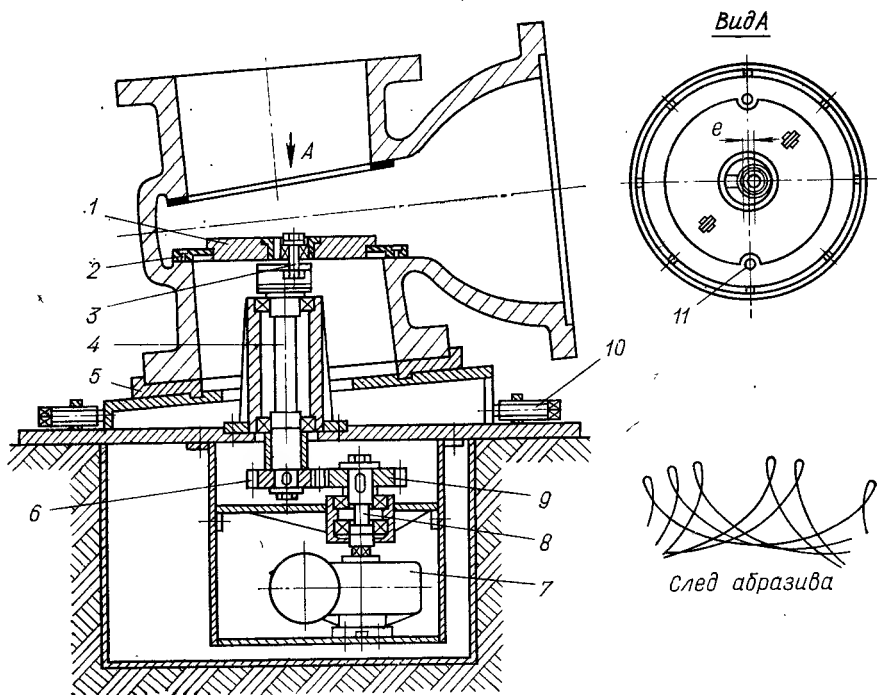


Рис. 6.19. Станок для притирки уплотнительных колец корпуса задвижки:

1 — груз; 2 — притир; 3 — эксцентриковый палец; 4 и 8 — валы; 5 — центрирующая плита; 6 и 9 — шестерни; 7 — электродвигатель; 10 — установочный винт; 11 — установочный палец.

С развитием обработки поверхностей деталей методами пластической деформации для доводки плоских уплотнительных поверхностей стали применяться такие процессы, как обкатывание и виброобкатывание шариками, выравнивание поверхности алмазными и твердосплавными выравнивателями, а для конусных уплотнительных поверхностей седел вентилях малых диаметров прохода — обжатие конусным пуансоном, по которому наносится удар молотком. После обработки пластическим деформированием поверхность имеет низкую шероховатость, повышенную твердость и износостойкость.

В тех случаях, когда дефекты уплотнительных колец не могут быть ликвидированы притиркой, предварительно производится протачивание или фрезерование уплотнительных поверхностей.

Ремонт уплотнительных поверхностей клиновых задвижек с цельным (упругим) клином усложняется требованиями точного совпадения угла между уплотнительными кольцами корпуса и клина. Обе стороны клина в этом случае наплавляют, протачивают в приспособлении и подгоняют по корпусу задвижки на плоскошлифовальном станке, а затем притируют. Клин устанавливается на клиновой опоре, имеющей угол, равный углу клина задвижки. После обработ-

ки одной стороны и разворота на 180° обрабатываемая деталь, обрабатывается вторая сторона клина.

Одно из применяемых приспособлений для протачивания колец корпуса задвижки на горизонтально-расточном станке показано на рис. 6.21. На основании 5 шарнирно укреплен синусный стол 4. Под основанием стола на расстоянии 300 мм от оси шарнира закреплен ролик 6, а к нижней стороне стола прикреплена

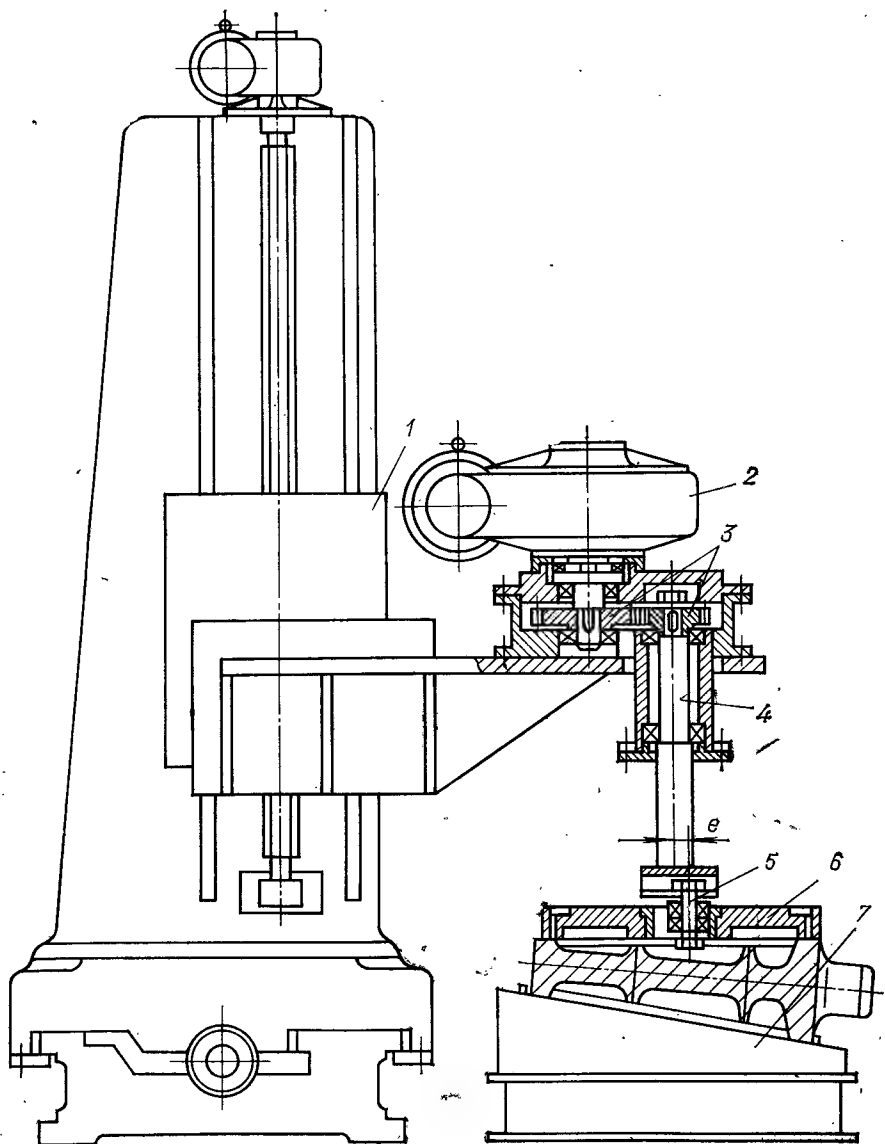


Рис. 6.20. Станок для притирки уплотнительных колец клина задвижки:

1 — монтажная плита; 2 — электропривод; 3 — шестерни; 4 — вал; 5 — эксцентриковый палец; 6 — притир; 7 — клиновидная плита.

упорная планка 7, между которыми устанавливается мерная прокладка (набор концевых мер). Толщина мерной прокладки рассчитывается по формуле $h_1 = 300 \sin \alpha/2$, где α — угол конусности клина. Приспособление устанавливается на стол расточного станка, мерная прокладка устанавливается между роликом и упорной планкой 7, и синусный стол закрепляется с помощью двух накладных болтов 2 и гаек 3. При этом ось призм (плоскость синусного стола) должна

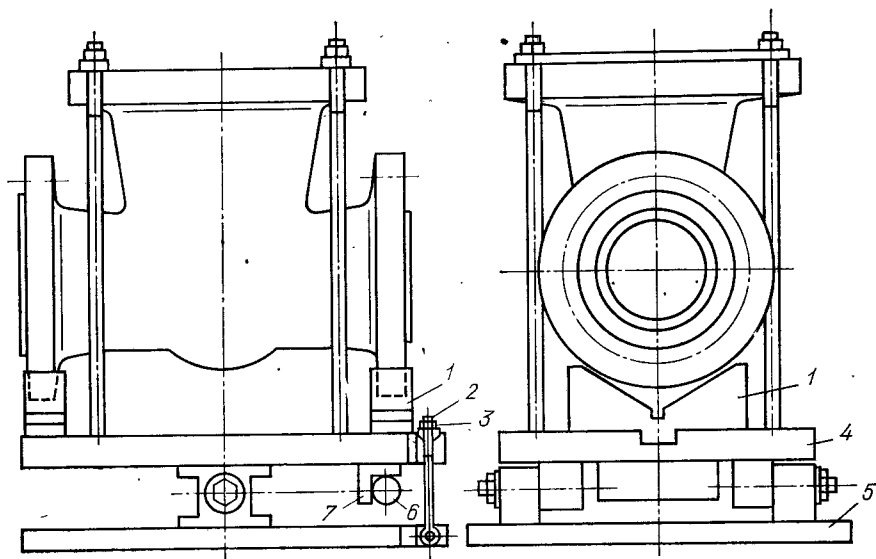


Рис. 6.21. Приспособление для обработки уплотнительных колец корпуса клиновидной задвижки:

1 — призма; 2 — накладной болт; 3 — гайка; 4 — синусный стол; 5 — основание; 6 — ролик; 7 — опорная планка.

быть горизонтальна — параллельна плоскости стола станка. Параллельность оси приспособления шпинделю станка выверяется по центрирующему пазу, и приспособление закрепляется на столе.

На призмы устанавливается корпус задвижки и выверяется так, чтобы торцевые плоскости фланцев были перпендикулярны шпинделю станка, регулировка осуществляется путем установки прокладок между фланцами и опорными поверхностями призм. Верхний фланец должен быть параллелен плоскости стола (угловая ориентация корпуса). По окончании регулировки и выверки корпус закрепляется с помощью прижимных планок.

Для получения требуемого угла наклона плоскости седла корпуса при обработке уплотнительных поверхностей открепляются зажимы стола 3, удаляется мерная прокладка и стол поворачивается до упора планки 7 в ролик 6 и закрепляется. Производится подрезка резцом зеркала левого седла корпуса. Для обработки плоскости правого седла стол освобождается, а между планкой 7 и роликом 6 устанавливается мерная прокладка толщиной $h_2 = 300 \sin \alpha$, и стол снова закрепляется, при этом стол на второй позиции оказывается повернутым относительно первой позиции на угол α . Протачивается правое седло корпуса до требуемого размера. После окончания предварительной притирки уплотнительные поверхности притертых деталей промываются керосином, после окончательной притирки (доводки) детали промываются бензином или уайт-спиритом. Окончательно качество притирки проверяется испытанием запорного органа на герметичность в собранном изделии. Если степень герметичности не соответствует указанной в технической документации, то требуется дополнительная притирка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев Е. П. Атомные установки в энергетике. — М.: Атомиздат, 1978.
2. Арматура энергетическая. Каталог НИИЭИформэнергомаш. — М.: 1977.
3. Благов Э. Е., Ивницкий Б. Я. Дроссельно-регулирующая арматура в энергетике. — М.: Энергия, 1974.
4. Гуревич Д. Ф., Трубопроводная арматура. — М.—Л.: Машиностроение, 1981.
5. Гуревич Д. Ф., Ширяев В. В., Пайкин И. Х., Гольдштейн И. М. Арматура ядерных энергетических установок. — М.: Атомиздат, 1978.
6. Маргулова Т. Х. Атомные электрические станции. — М.: Высшая школа, 1978.
7. Основные положения по сварке и наплавке узлов и конструкций атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок ОП 1513—72. — М.: Металлургия, 1975.
8. Пайкин И. Х., Подлипский М. Ф., Хвошнянский А. С. Предохранительные клапаны для атомных электростанций. — М.: Цинтихимнефтемаш, 1979.
9. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок. — М.: Металлургия, 1973.
10. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. — М.: Металлургия, 1976.
11. Стерман Л. С., Шарков А. Т., Тевлин С. А. Тепловые и атомные электростанции. — М.: Атомиздат, 1975.
12. Эксплуатация реакторных установок Ново-Воронежской АЭС. — М.: Атомиздат, 1972.

Дополнительная литература

- Имбрицкий М. И. Ремонт арматуры мощных энергетических блоков. — М. Энергия, 1978.
- Кижнер А. Х., Корзун И. И. Ремонт пароводяной арматуры энергетических блоков. — М.: Энергия, 1976.

Наименование	Условное обозначение	Рабочие параметры		Рисунок		Таблица габаритных размеров	
		р _у , МПа	Д _у , мм	Номер	Страница	Номер	Страница
Задвижки	Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем	1,6	600—800	3.1	86	3.1	86
	Задвижка клиновая двухдисковая с выдвижным шпинделем	2,5	500	3.2	87	—	—
	Задвижка запорная клиновая двухдисковая	2,5	300—800	3.3	90	3.3	89
	Задвижка запорная клиновая двухдисковая	4—10	600—800	3.4	91	3.6	92
	Задвижка запорная клиновая двухдисковая	6,4	100—600	3.5	93	3.8	96
	Главная запорная задвижка	12,5	500	3.6	94	—	—
	Вентили запорные	4	10—150	3.7	97	3.9	96
	Вентиль запорный сифонный	2,5	65—150	3.8	100	3.12	99—100
	Вентиль запорный сифонный	2,5	65—150	3.9	101	3.13	102
	Вентиль запорный сифонный	20	10—25	3.10	103	3.15	102
Вентиль спусковой	Вентиль запорный сифонный	20	50—150	3.11	104	3.16	104
	Вентиль запорный сифонный	14	65—80	3.12	105	—	—
	Вентиль запорный сифонный	14	65—80	3.13	106	—	—
	Вентиль запорный сифонный	14,5	100	3.14	107	—	—
	Вентиль запорный сифонный	14	50	3.15	108	—	—
	Вентиль запорный сифонный	3	100	3.16	109	—	—
	Вентиль запорный сифонный	20	10—15	3.17	110	—	—
	Вентиль запорный сифонный	20	10—15	3.18	110	—	—
	Вентиль запорный сифонный	20	65—150	3.19	111	—	—
	Вентиль запорный сифонный	0,4	100	3.20	112	3.17	112
Вентиль спусковой	Вентиль запорный сифонный	0,4	100	3.20	112	—	—
	Вентиль запорный сифонный	0,4	100	3.20	112	—	—

Наименование	Условное обозначение	Рабочие параметры		Рисунок		Таблица габаритных размеров	
		Р _н , МПа	D _н , мм	Номер	Страница	Номер	Страница
Дросселирующее устройство	БРУ АЭС	—	—	3.44	142	3.31	142
Клапаны предохранительные							
Клапан предохранительный	Р 53025	0,1	25	3.45	145	—	—
Клапан предохранительный	А 55061	0,26	50	3.46	145	3.32	143
Клапан предохранительный	А 55060	3	20	3.47	146	3.32	143
Клапан предохранительный	УФ 53051	6	15	3.48	146	—	—
Клапан предохранительный	УФ 53050	0,6	15	—	146	—	—
Клапан предохранительный	И 53076	14	50	3.50	148	—	—
Клапан предохранительный	Р 59015	1,1	600	3.51	149	—	—
Клапан предохранительный	И 56006	0,015—0,27	25	3.52	150	—	—
Клапан предохранительный	Р 56004	1,1	25	3.53	152	—	—
Клапан предохранительный	И 56004	1,15	40	3.54	153	—	—
Клапан предохранительный	УФ 50019	0,5	40	3.55	154	—	—
Клапан предохранительный	УФ 50018	0,45	200	3.56	155	—	—
Клапан предохранительный	ИП 969-250/300-0	8	250/300*	3.57	157	—	—
Клапан предохранительный	Э-2875-0	6	250/300*	3.59	159	—	—
Клапан предохранительный	901-20-ЭМ	8	20	3.58	158	—	—
Клапан предохранительный	586-20-СБФ	6—8	20	3.60	160	—	—
Клапаны обратные							
Клапан обратный поворотный	Л44077	6,4	100—600	3.61	162	3.34	162
Клапан обратный поворотный	Л44082	16	50—300	3.62	162	3.34	162
Клапан обратный поворотный	ПТ 44049	10	800	3.63	163	3.34	162
Клапан обратный поворотный	Л 44076	25	100—200	3.64	162	3.34	162
Клапан обратный поворотный	904-500	10	500	3.66	165	3.35	162
Клапан обратный поворотный	904-600	10	600	3.66	165	3.35	162

Клапан обратный подъемный	Л 43020	25	25	3.64	163	—	—
Клапан обратный горизонтальный	903-100 903-200 935-250 905-400	10 10 12 12	100 200 250 400	3.65 3.65 3.65 3.65	164 164 164 164	3.35 3.35 3.35 3.35	164 164 164 164
Клапаны быстродействующие							
Отключающее устройство	И 96495	25	15	3.67	166	—	—
Клапан быстродействующий	С 96451	20	50—150	3.68	167	3.36	168
Сильфонный	С 96454	20	10—150	3.69	168	3.37	169
Клапан прямооточный	А 96374	1	50—150	3.70	169	3.38	170
Распределительная арматура							
Распределитель трехходовой пневматический с электромагнитным приводом	Б 055.013-00 Б 055.009-00	2,5—5,5 2,5—5,5	6 15	3.71 3.72	170 172	— —	— —
Распределитель четырехходовой пневматический с электромагнитным приводом	Б 055.018-00	2,5—5,5	6	3.73	173	—	—
Арматура для систем вентиляции							
Клапан запорный герметичный вентиляционный с электроприводом	ИА 01017; ИА 01018	0,005	200—1400	3.74	174	3.40	175

* В числителе указан Ду входного патрубка, в знаменателе — выходного патрубка.

АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Арматура вентиляционная 174
— дросселирующая 117, 4
— запорная 38, 85, 4
— защитная 69, 161, 4
— предохранительная 61, 143, 4
— распределительная 83, 171, 4
— регулирующая 51, 117, 4
— фазоразделительная 5, 73
Атомные электростанции (АЭС) 6

Барботеры 10
Бессальниковая арматура 95
Блоки трубопроводные 196
Бронзы 33
Быстродействующие клапаны 166
— редукционно-охладительные установки (БРОУ) 56, 61
— редукционные установки (БРУ) 56, 61

Вентили запорные 44, 49, 96
— дроссельные 58
— запорно-регулирующие 51, 117
— сальниковые 49
— сильфонные 44
— спускные 50
— трапные 50, 112
— электромагнитные 113
Водо-водяной энергетический реактор (ВВЭР) 6
Выбор арматуры 37
— вентилей 49
— задвижек 38
— клапана предохранительного 64
— — регулирующего 51
— конденсатоотводчика 73
— конструкционных материалов 20

Выбор набивки сальника 35
— смазочных материалов 36
— прокладочных материалов 33
— электропривода 79

Галоидная лампа 218
Галоидный течейскаатель 218
Гамма-дефектоскопия 213
Герметичности классы 256
Гидравлические испытания арматуры 255
— расчеты предохранительных клапанов 64
— — регулирующих клапанов 53
Гидравлическое сопротивление арматуры 38
Главные запорные задвижки 8, 39, 94
Главные предохранительные клапаны 156

Давление рабочее 6
— пробное 6
Двухдисковые задвижки 38
Дефектоскопия магнитная 215
— проникающим излучением 212, 214
— ультразвуковая 214
— цветная 216
Дистанционный привод 76
Допустимые температуры для стали 22
Дросселирование 51
Дроссельные вентили 58
— задвижки 134
— заслонки 134
— клапаны 139
— устройства 141

Задвижки главные запорные 8, 39, 94

— двухдисковые 40

— запорные 85

— клиновые 5

— с электроприводом 85

— шиберные 134

Заварка дефектов 278

Запорный орган арматуры 5

Заслонки 5, 134

Защитная арматура 4, 69, 161

Защитные клапаны 166

Импульсно-предохранительные устройства (ИПУ) 148

Импульсные предохранительные клапаны (ИК) 150

Испытания арматуры 255

— — на герметичность 256

— — на прочность 255

— — на работоспособность 234, 270

— сварных швов 212

Категории помещений 238

— сварных соединений 209

Клапаны главные предохранительные 156

— дроссельные 139

— запорные 101, 113

— импульсные 150

— обратные поворотные 70, 161

— обратные подъемные 70, 163

— отключающие 166

— полноподъемные 62

— предохранительные 143

— распределительные 170

— регулирующие 125

— — двухседельные 126

— — односедельные 125

— сильфонные 101, 166

— электромагнитные 113

Классификация арматуры 4

— испытаний 212

Классы арматуры по условиям эксплуатации и ремонта 37

— герметичности 256

Колонковые электроприводы 188

Конденсатоотводчики поплавковые 74

— термодинамические 73

Конструкционные материалы 20

Контроль арматуры 199

— материалов 23

— сварных соединений 212

Коэффициент пропускной способности 53

Магнитоскопия 215

— индукционная 215

— порошковая 215

Марки сталей углеродистых 27

— — легированных 32

— — коррозионно-стойких 28

— сплавов 28

Материалы деталей арматуры 20

— сальниковых набивок 36

— смазочные 36

— прокладочные 34

Мембранные разрывные устройства 61

Механические характеристики сталей 27

Монтаж арматуры 196

— фланцевых соединений 204

Набивочные материалы 36

Наладка арматуры предпусковая 228

— предохранительных клапанов 232

— электроприводов 229

Наплавка уплотнительных поверхностей 288

Неметаллические материалы 34

— прокладочные материалы 34

Нормы герметичности 255

Обнаружение дефектов в заготовках 24

— — в сварных швах 212

Оболочка герметичная 8

Обратные клапаны 161

Определение условного диаметра конденсатоотводчика 74

— — — предохранительных клапанов 64

— — — регулирующего клапана 54

Организация ремонта арматуры 267

Отключающие клапаны 166

Охрана труда при монтаже арматуры 228

— — — эксплуатации арматуры 261

Параметры энергетических установок 7

Паронит 34

Первый контур 8

Пломбы консервационные 200

— гарантийные 200

Приварка арматуры 206

Приводы арматуры 75, 175

Притирка уплотнительных поверхностей 291

Притирочные материалы 291

Притиры 296

Прокладки металлические 35

— неметаллические (мягкие) 35

— спирально навитые 35

Пропускная характеристика 53

Разделка патрубков арматуры 207

Расположение арматуры на контурах и системах 8

Распределительная арматура 83, 170

Расходная характеристика 54

Реактор большой мощности канальный (РБМК) 7

Регуляторы давления 4

Редукционно-охладительная установка (РОУ) 58

Ремонт арматуры капитальный 266

Ремонт арматуры средний 266

— текущий 265

— вентилях 283

— уплотнительных колец 288

Рентгеноскопия 213

Сальниковые набивки 36

Сварные соединения 207

Сифонные вентили 95, 116

Сплавы повышенной стойкости 34

Стали для энергетических установок 27

— коррозионно-стойкие 26

— углеродистые 25

Техническое обслуживание арматуры 236

Текущая проверка арматуры 237

Требования к арматуре АЭС 10

— к сварным соединениям 209

Условное давление 6

Условная пропускная способность 53

Фазоразделительная арматура 5, 73

Эксплуатация арматуры 236

Электромагнитные клапаны 113, 170

Электроприводы арматуры 175

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Условия работы и выбор материалов	4
1.1. Классификация и назначение арматуры	4
1.2. Условия работы арматуры АЭС	6
1.3. Требования, предъявляемые к арматуре АЭС	10
1.4. Выбор материалов	20
Глава 2. Выбор арматуры	37
2.1. Общие положения	37
2.2. Выбор запорной арматуры	38
2.3. Выбор регулирующей арматуры	51
2.4. Выбор предохранительной арматуры	61
2.5. Выбор защитной арматуры	69
2.6. Выбор конденсатоотводчика	73
2.7. Выбор привода	75
2.8. Выбор распределительной арматуры	83
2.9. Заключение	84
Глава 3. Монтажные размеры арматуры	85
3.1. Запорная арматура	85
3.1.1. Задвижки	85
3.1.2. Запорные вентили	95
3.1.3. Запорные клапаны	113
3.2. Регулирующая арматура	117
3.2.1. Регулирующие вентили и дроссельные устройства	117
3.2.2. Регулирующие и дроссельные клапаны и задвижки	125
3.3. Предохранительная арматура	143
3.3.1. Предохранительные клапаны прямого действия	143
3.3.2. Импульсно-предохранительные устройства	148
3.4. Защитная арматура	161
3.4.1. Обратные клапаны	161
3.4.2. Быстродействующие (отсечные) клапаны	166
3.5. Распределительная арматура	170
3.6. Арматура для систем вентиляции	174
3.7. Электроприводы	175
Глава 4. Монтаж арматуры	196
4.1. Подготовительные работы	196
4.2. Основные правила монтажа	201
4.3. Сборка фланцевых соединений	204
4.4. Приварка арматуры к трубопроводу	206
4.5. Контроль сварных соединений	212

4.6. Монтаж арматуры различных типов	219
4.7. Предпусковая наладка арматуры	228
4.8. Охрана труда при монтаже арматуры	234
Глава 5. Эксплуатация арматуры атомных электростанций	236
5.1. Условия и основные правила эксплуатации арматуры	236
5.2. Техническое освидетельствование и обслуживание арматуры	239
5.3. Гидравлическое испытание арматуры	255
5.4. Охрана труда при эксплуатации арматуры АЭС	261
Глава 6. Ремонт арматуры	263
6.1. Виды ремонтов	263
6.2. Организация ремонтных работ	267
6.3. Демонтажно-монтажные работы при ремонте арматуры	270
6.4. Технологические процессы ремонта арматуры	272
6.5. Ремонт и восстановление деталей	278
6.6. Наплавка уплотнительных поверхностей	288
6.7. Притирка уплотнительных поверхностей	290
Список литературы	301
Перечень арматуры, рассмотренной в справочнике	302
Алфавитно-предметный указатель	306

**Давид Файвушев Гуревич,
Валерий Викторович Ширяев,
Илья Хаимович Пайкин**

АРМАТУРА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Редактор *Ю. С. Аборин*
Художник *С. Н. Голубев*
Технический редактор *Л. Ф. Шкилевич*
Корректор *Г. А. Полонская*

ИБ № 219

Сдано в набор 17.07.81. Подписано в печать 16.02.82.
Т-05907. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 1.
Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 19,5.
Уч.-изд. л. 26,74. Тираж 3800 экз. Цена 1 р. 70 к.
Зак. тип. 374
Энергоиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
129041, Москва, Б. Переяславская ул., д. 46.

Гуревич Д. Ф. и др.

Г 95 **Арматура атомных электростанций: Справочное пособие / Д. Ф. Гуревич, В. В. Ширяев, И. Х. Пайкин. — М.: Энергоиздат, 1982. — 312 с., ил.**

В пер.: 1 р. 70 к.

Справочное пособие по выбору, монтажу и эксплуатации арматуры содержит необходимые для этого данные. Приведены сведения об арматуре, используемой на установках и трубопроводных системах АЭС. Основное внимание уделено специальной арматуре ответственных контуров установок большой мощности с реакторами ВВЭР и РБМК. Приведены современные конструкции арматуры, их габаритные и монтажные размеры.

Для инженерно-технических работников, связанных с проектированием, строительством и эксплуатацией АЭС. Будет полезна также студентам вузов соответствующих специальностей.

2304000000-130

051(01)-82

51-82

ББК 31.47

6П2.11